

DIE POTENSIAAL VAN DIE TRAC-PROGRAM OM VERSKILLENDE ROLSPELERS SE BEHOEFTE TEN OPSIGTE VAN NATUUR- EN SKEIKUNDE- ONDERWYS AAN TE SPREEK

Christa J. Philander

BSc, BEd (Hons)



Tesis ingelewer ter voldoening aan die vereiste vir die graad van Magister in die
Opvoedkunde aan die Universiteit van Stellenbosch.

Studieleier: Dr. A.S. Jordaan

Stellenbosch

Desember 2003

VERKLARING

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê het nie.

C.J. Philander (nêe Davids)

OPSOMMING

Vir Suid-Afrika om op internasionale vlak mededingend te wees, is dit belangrik dat die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel bekwame leerders aan die industrie en tersiêre inrigtings lewer. Die meeste leerders wat tans die formele Suid-Afrikaanse skoolopleidingsprogram voltooi, voldoen volgens kenners egter nie aan die standaarde wat dié genoemde inrigtings aan hulle stel nie.

Leerders, onderwysers, die onderwysdepartement, tersiêre inrigtings en industrie is gesamentlik verantwoordelik vir die uitkomst van die onderwys. Elkeen van hierdie rolspelers het egter spesifieke behoeftes ten opsigte van wetenskaplike kennis en vaardighede van leerders. 'n Geïntegreerde, interaktiewe onderwysbenadering is dus nodig om elkeen van hierdie rolspelers se behoeftes suksesvol aan te spreek.

Hierdie studie fokus spesifiek daarop om beide die behoeftes van die rolspelers in die Wes-Kaap ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderwys, te identifiseer, en hoe TRAC SA, 'n nie-regeringsonderwysorganisasie wat van rekenaargesteunde aktiwiteite gebruik maak, aangewend kan word om hierdie behoeftes aan te spreek.

Die verskillende rolspelers wat by die studie betrek is, sluit in die tersiêre inrigtings, industrie, onderwysdepartement, onderwysers en leerders. Inligting aangaande rolspelerbehoefte is hoofsaaklik versamel deur onderhoude en vraelyste, terwyl werkswinkels ook gebruik is om vas te stel wat leerders en onderwysers se behoeftes is.

Dit is opmerklik dat die inligting verkry uit die empiriese studie (vraelyste en onderhoude) in 'n groot mate ooreenstem met literatuurbevindinge. Een van die belangrikste gevolgtrekkings uit die empiriese studie is dat die verskillende rolspelers eiesoortige asook ooreenstemmende behoeftes ten opsigte van die voorbereiding van leerders op skoolvlak het. Die industrie verwag dat leerders voldoende met die nodige vaardighede toegerus sal wees om integrasie binne die werksfeer te vergemaklik. Tersiêre inrigtings beklemtoon die verkryging van die teoretiese sowel as praktiese grondslag van die wetenskapvakinhoud. Leerders verlang ondersteuning van ekstra-kurrikulêre programme wat fokus op vereenvoudiging van moeilike konsepte. 'n Vakkurrikulumaanpassing asook gereelde opknappingskursusse is deur onderwysers as belangrike behoeftes geïdentifiseer. Die onderwysdepartement benodig fondse om opleidingsprogramme te loods en pleit ook vir meer georganiseerde betrokkenheid van tersiêre inrigtings en nie-regeringsonderwysorganisasies. Verder verwag die onderwysdepartement dat hul onderwysstrategieë soos uitkomsgebaseerde onderwys ondersteun word.

Die data toon ook verder aan dat daar 'n wesenlike gaping tussen die verwagting van rolspelers ten opsigte van bepaalde vaardighede en die werklike stand van vaardighede by die leerders bestaan.

As deel van die studie word voorstelle bespreek om die geïdentifiseerde behoeftes aan te spreek. Klem word gelê op die bydrae van nie-regeringsonderwysorganisasies (met spesifieke verwysing na TRAC SA), die UGO-benadering, asook die insette van tersiêre inrigtings en industrie tot die aanspreek van geïdentifiseerde behoeftes. Die TRAC-program fokus onder meer op die vereenvoudiging van basiese en moeilike natuurwetenskapbegrippe deur gebruik te maak van rekenaargesteunde eksperimente, aan die hand van werkkaarte.

Om die ontwikkeling van vaardighede op skoolvlak te bevorder, sal die hele onderwysbenadering met die samewerking van alle relevante rolspelers hersien moet word. In dié verband is wedersydse kommunikasie tussen die verskillende rolspelers onontbeerlik.

ABSTRACT

AN INVESTIGATION INTO THE POTENTIAL OF THE TRAC-PROGRAMME IN ADDRESSING THE NEEDS OF DIFFERENT STAKEHOLDERS IN PHYSICAL SCIENCE EDUCATION

For South Africa to be competitive at international level, it is important to deliver learners that will meet the standards set by industry and tertiary institutions. Most of the current South African school leavers do not meet these needs.

Learners, educators, education departments, tertiary institutions and industry are jointly responsible for the outcomes of the education process. However, each of these role players has specific needs regarding scientific knowledge and skills of learners. An integrated, interactive educational approach is therefore necessary to address the needs of all of these role players successfully.

This study specifically focuses on identifying both the needs of the role players in physical science education in the Western Cape and how TRAC SA, a national, non-governmental organisation, can assist in addressing these needs, with the help of computer based technology.

The following role players were included in this study: tertiary institutions, industry, education department, educators and learners. Information on the needs of these role players was mainly collected through interviews and questionnaires, while workshops were held to determine the needs of learners and educators.

It is significant that the information derived from the empirical study (questionnaires and interviews) is in many ways in agreement with the literature findings. One of the most important conclusions of the empirical study is that the different role players have distinctive, as well as corresponding needs regarding the preparation of learners at school level. The industry expects learners to be sufficiently equipped with the necessary skills to facilitate integration into the workplace. Tertiary institutions emphasise the need for theoretical as well as practical basis of the science subject content. Learners expressed the need for extra-curricular programmes, focusing on simplifying difficult concepts. Educators identified the need for adapting the syllabus and for regular refresher courses. The Department of Education needs funds for pilot education programmes, and also puts in a plea for the more structured involvement of tertiary institutions and non-governmental organisations as well as the support of their education initiatives, such as outcomes-based education.

Data collected shows that there is a significant gap between the current state of identified skills of learners and of what is deemed important by the other role players.

In addressing the needs identified, the contribution of non-governmental organisations (with specific reference to TRAC SA), the OBE approach as well as input from tertiary institutions and the industry are emphasised. The TRAC-programme focuses on the understanding of basic and complicated physical science concepts by using computer-supported experiments and worksheets.

To enhance the development of skills at school level, the education approach as a whole will have to be revised, with the co-operation of all relevant role players. For an education system to be effective, mutual communication between the different role players is imperative.

DANKBETUIGINGS

Hiermee betuig ek my opregte dank en waardering aan:

My studieleier, Dr. A.S. Jordaan vir sy insette gelewer en die besondere wyse waarop hy leiding gegee en ondersteuning gebied het tydens die uitvoer van die studie.

Dr. W.R. Duff-Riddell, vir sy kritiese bydrae as mede-studieleier.

Dr. G. Ker-Fox, vir sy ondersteuning en bydrae tydens die uitvoer van die studie.

My man, Carlo, vir die tegniese versorging, insette gelewer, asook die ondersteuning gebied.

Almal betrokke by TRAC SA vir hul volgehoue ondersteuning en betrokkenheid by die uitvoer van die studie.

Alle rolspelers vir die insette wat hulle tot die studie gelewer.

Dr. Melony Coetzee, Sonia Myburgh en Dirk Visser vir die taalversorging van die tesis.

My familie en vriende vir hul volgehoue ondersteuning, liefde en geduld.

AAN HOM AL DIE EER

AFKORTINGS

AOO	Algemene Onderwys- en Opleidingsband
CEITS	Civil Engineering Industry Training Scheme
CHE	Council on Higher Education
CHESP	Community-Higher Education-Service Partnership
CHET	Centre for Higher Education Transformation
DoNT	Department of National Treasury
DOO	Departement van Onderwys en Opvoeding
GOS	Gevorderde Onderwyssertifikaat
HSRC	Human Sciences Research Council
IR	Industrie respondent
IWWOUS	Instituut vir Wiskunde- en Wetenskaponderwys Universiteit van Stellenbosch
K2005	Kurrikulum 2005
LR	Leerder respondent
NDoE	National Department of Education
NDvO	Nasionale Departement van Onderwys
NRF	National Research Foundation
NROO	Nie-regeringsonderwysorganisasie
ODR	Onderwysdepartement respondent
OR	Onderwyser respondent
PU vir CHO	Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys.
SANRAL	The South African National Roads Agency Limited
SAQA	South African Qualifications Authority
SAUVCA	South African University Vice-Chancellors' Association
SET	Science, Engineering and Technology
TR	Tersiêre inrigting respondent

TRAC	Transportation and Civil Engineering
UCT	University of Cape Town
UGO	Uitkomsgebaseerde onderwys
UN	University of Natal
UP	Universiteit van Pretoria
US	Universiteit van Stellenbosch
VOO	Verdere Onderwys- en Opleidingsband
WCED	Western Cape Education Department
Wits	University of the Witwatersrand
WKOD	Wes-Kaapse Onderwysdepartement

INHOUD

HOOFSTUK 1 DIE DOEL EN BEPLANNING VAN DIE STUDIE.....1

1.1	INLEIDING	1
1.2	MOTIVERING VIR DIE STUDIE	6
1.2.1	Die TRAC-program	6
1.2.2	Die behoeftes van 'n snelveranderende werksomgewing	7
1.2.3	Onsuksesvolle pogings van die privaatsektor wat ingryp.....	8
1.2.4	Afname in die aantal gekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers	9
1.3	PROBLEEMSTELLING EN DOELSTELLINGS VAN DIE STUDIE	10
1.4	NAVORSINGSONTWERP	10
1.4.1	Literatuurstudie.....	10
1.4.2	Vraelyste	11
1.4.3	Onderhoude.....	12
1.4.4	Samewerking met ander studente en rolspelers.....	13
1.5	HOOFSTUKINDELING	14

HOOFSTUK 2 LITERATUURSTUDIE OOR DIE BEHOEFTE VAN DIE VERSKILLENDSE ROLPELERS.....15

2.1	INLEIDING	15
2.2	INDUSTRIËLE BEHOEFTE	17
2.2.1	Verhoogde vaardigheidsvlakke van leerders wat die industrie toetree	18
2.2.2	'n Onderwyskurrikulum wat vaardighede voorstaan	21
2.2.3	Groter insae van die industrie by onderwys	22
2.2.4	Opsomming.....	23
2.3	TERSIËRE INRIGTINGS SE BEHOEFTE	23
2.3.1	'n Toename in natuur- en skeikunde-leerders	24
2.3.2	'n Verbetering in die kwaliteit van leer.....	27
2.3.3	'n Toepaslike skoolkurrikulum wat vaardighede onderskryf.....	28
2.3.4	Bevordering van onderwysvennootskappe	29
2.3.5	Toenemende betrokkenheid by onderwysopleiding	30
2.3.6	Opsomming.....	31

2.4	DIE ONDERWYSDEPARTEMENT SE BEHOEFTE	31
2.4.1	Verhoogde toename en prestasie van natuur- en skeikunde-leerders	32
2.4.2	Ondersteuning van die uitkomsgebaseerde kurrikulum	33
2.4.3	Vermeerdering en versterking van natuur- en skeikunde-onderwysers	34
2.4.4	'n Gebrek aan geskikte fasiliteite en onderrighulpmiddels	37
2.4.5	Verhoogde rolspelerbetrokkenheid by onderwys	38
2.4.6	Uitgebreide navorsing oor natuur- en skeikunde-onderwys	40
2.4.7	Opsomming	41
2.5	ONDERWYSERS SE BEHOEFTE	42
2.5.1	Opleiding spesifiek ten opsigte van die UGO-onderrigbenadering	43
2.5.2	'n Behoefte aan toerusting en fasiliteite	45
2.5.3	Beter benutting van rekenaars en multimedia	46
2.5.4	Beter vergoedingspakette	47
2.5.5	Opsomming	48
2.6	LEERDER SE BEHOEFTE	48
2.6.1	'n Leerdergerigte kurrikulum	49
2.6.2	Groter betrokkenheid by praktiese werk	51
2.6.3	Groter benutting van tegnologie in die onderrigproses	52
2.6.4	Opsomming	53
2.7	SAMEVATTING	53

HOOFSTUK 3 EMPIRIESE ONDERSOEK NA ROLSELERBEHOEFTE.55

3.1	OORSIG OOR NAVORSINGSMETODOLOGIE	55
3.2	AARD VAN DIE VRAELYTE	55
3.3	DIE DOEL, BEPLANNING EN UITVOERING VAN ONDERHOUDE	56
3.3.1	Die reël van onderhoude	58
3.3.2	Verloop van 'n onderhoudsessie	59
3.4	BESPREKING VAN DIE RESPONSE VAN RESPONDENTE	59
3.4.1	Industrie	59
3.4.2	Tersiële inrigtings	70
3.4.3	Onderwysdepartement	76
3.4.4	Onderwysers	82

3.4.5	Leerders	90
3.4.6	Bespreking van vrae wat gemeenskaplik by alle rolspelers voorkom.....	93
3.4.7	Opsomming.....	97
3.5	BESPREKING VAN DIE RESPONSE OOR DIE BELANGRIKHEID EN HUIDIGE STAND VAN VAARDIGHEDE.....	102
3.5.1	Inleiding	102
3.5.2	Akademiese vaardighede	108
3.5.3	Sosiale-interaksievaardighede	110
3.5.4	Rekenaarvaardighede.....	112
3.5.5	Opsomming.....	114
3.6	SAMEVATTING.....	116
HOOFSTUK 4 STRATEGIEË OM AANDAG AAN ONDERWYSBEHOEFTE TE GEE		118
4.1	IMPLIKASIES VAN DIE GEÏDENTIFISEERDE BEHOEFTE RAKENDE NATUUR- EN SKEIKUNDE- EN WETENSKAPONDERWYS.....	118
4.2	VOORSTELLE OM AANDAG AAN ONDERWYSBEHOEFTE TE GEE	120
4.2.1	Bydrae wat die industrie kan lewer	121
4.2.2	Bydrae wat die tersiêre inrigtings kan lewer	123
4.2.3	Bydrae wat die onderwysdepartement kan lewer	124
4.3	BYDRAES DEUR NIE-REGERINGSONDERWYSORGANISASIES.....	131
4.4	SAMEVATTING.....	132
HOOFSTUK 5 DIE ROL VAN TRAC SA OM AANDAG AAN ONDERWYSBEHOEFTE TE GEE		134
5.1	INLEIDING	134
5.2	'N OORSIG VAN DIE TRAC-PROGRAM.....	135
5.3	ONTWIKKELINGSFASES	136
5.3.1	Fase Een.....	136
5.3.2	Fase Twee	137
5.3.3	Fase Drie.....	138
5.4	KOMPONENTE VAN DIE PROGRAM.....	139

5.5	WERKSWYSES WAT DEUR TRAC SA GEVOLG WORD	142
5.6	DIE SUKSESSE BEREIK MET DIE TRAC-PROGRAM.....	144
5.7	VERDERE ONTWIKKELINGSAREAS.....	145
5.8	TRAC SA SE BYDRAE TOT DIE AANSPREEK VAN ROLSPELERBEHOEFTE	147
5.8.1	Industrie	147
5.8.2	Tersiêre inrigtings.....	148
5.8.3	Onderwysdepartement	149
5.8.4	Onderwysers	150
5.8.5	Leerdere	152
5.9	SAMEVATTING.....	153
HOOFSTUK 6 SAMEVATTING, OORSIG EN AANBEVELINGS		155
6.1	SAMEVATTING.....	155
6.1.1	Die doel en beplanning van die studie (Hoofstuk 1)	155
6.1.2	Literatuurstudie (Hoofstuk 2)	156
6.1.3	Empiriese ondersoek: Identifisering van rolspelers se behoeftes (Hoofstuk 3) .	158
6.1.4	Strategie om in onderwysbehoefte te voldoen (Hoofstuk 4).....	162
6.1.5	TRAC SA (Hoofstuk 5).....	163
6.2	KRITIESE OORSIG.....	165
6.2.1	Die waarde van die studie.....	165
6.2.2	Tekortkominge van die studie	166
6.3	KRITIESE EVALUERING VAN DIE STUDIE	166
6.4	AANBEVELINGS.....	168
6.4.1	Aanbevelings vir verdere navorsing	168
6.4.2	Aanbevelings oor wat in die praktyk gedoen kan word	168
6.5	SLOTWOORD	168
BRONNELYS		170
ADDENDUM A VRAELYTE.....		188
ADDENDUM B TABELLE EN GRAFIEKE.....		223

ADDENDUM C TRAC-WERKKAART	238
ADDENDUM D TOESTEMMINGSBRIEWE	241
ADDENDUM E GEREGISTREERDE NROO'S BETROKKE BY DIE WES- KAAPSE ONDERWYS	244

LYS VAN TABELLE EN FIGURE

Tabel 3.1	Inligting van agtien leerders wat blootgestel was aan die TRAC-program	57
Tabel 3.2	Inligting van verteenwoordigers uit die industrie, tersiêre inrigtings, onderwysdepartement en onderwysers	57
Tabel 3.3	Aspekte waarmee eerstejaarstudente probleme ondervind	71
Tabel 3.4	Kategorisering van vaardighede	103
Tabel 3.5	Groepering van positiewe- en negatiewe response	104
Tabel 3.6	Groepering van positiewe responsefrekwensies per rolspeler	106
Tabel 3.7	Groepering van positiewe responspersentasies per rolspeler	107
Tabel 4.1	Lys van kritieke- en ontwikkelingsuitkomst vir die AOO en VOO.....	126
Tabel 4.2	Verwantskap tussen spesifieke- en leernutskomste	127
Figuur 1.1	Vloeiagram wat die werkswyse aantoon wat tydens die uitvoer van die studie gevolg is	11
Figuur 3.1	Aanduiding van die aantal respondente van elke rolspelergroep.....	56
Figuur 3.2	Aanduiding van die gemiddelde positiewe responspersentasie van alle vaardighede	105
Figuur 3.3	Aanduiding van die gemiddelde positiewe responspersentasie van akademiese vaardighede	108
Figuur 3.4	Aanduiding van die gemiddelde positiewe responspersentasie van sosiale-interaksievaardighede	110
Figuur 3.5	Aanduiding van die gemiddelde positiewe responspersentasie van rekenaarvaardighede	113
Figuur 4.1	Die TRAC-laboratorium by die Universiteit van Stellenbosch	138
Figuur 4.2	TRAC SA se elektroniese klaskamer by die Universiteit van Stellenbosch.....	142

HOOFSTUK 1

DIE DOEL EN BEPLANNING VAN DIE STUDIE

1.1 INLEIDING

Die aanvang van die 21ste eeu word gekenmerk deur 'n wêreldwye geneigdheid tot ekonomiese wedywing wat dinamiese aanpassings ten opsigte van vaardigheidsvereistes in die werkplek noodsaak (Chinien, Oaks & Boutin, 2002:1). Vir Suid-Afrika om suksesvol deel te neem in die internasionale arena van inligtingsgebaseerde ekonomie, verg 'n goedopgeleide en tegologiesvaardige werksmag wat globale ekonomiese mededingingheid sal kan handhaaf (Probert & Munro, 1995:1; Hirschsohn, 2001:102). Kahn (1995, aangehaal in Sadeck, 2001:4) bevestig voorgenoemde deur te noem dat:

Future economic growth in South Africa will depend on the ability of local people to master a technologically driven manufacturing industry with internationally competitive expert capability. Wealth distribution can now only be achieved through skills distribution.

Suid-Afrika is egter midde in 'n krisis, aangesien 'n kommerwekkende tekort aan professionele beroepslui, veral in die wetenskap- en tegologiese velde, 'n demper op dié land se ekonomiese groei plaas (Van der Berg, 2001a:1). Howie (1999:200) beraam dat daar teen die jaar 2010 'n tekort van nagenoeg 200 000 vaardige werkers in Suid-Afrika sal wees.

Twee hooffaktore kan gekoppel word aan hierdie tekort aan vaardige werkers. Eerstens is daar 'n tekort as gevolg van die verminderde inname van studente in bogenoemde studierigtings op tersiêre vlak (NRF, 2002:3):

...the distressing reality is that South African students perform poorly in terms of international comparisons of achievements in mathematics and science, matric pass rates in science and mathematics are generally poor and student enrolment at tertiary educational institutions are decreasing in science-and-engineering related fields.

Tweedens is die onvoldoende voorbereiding van nuwe en selfs huidige indiens-gegradueerdes volgens kenners verantwoordelik daarvoor dat hulle nie voldoen aan die eise van die nuwe veranderde ekonomie nie (CHE, 2001:52):

...government, the public service and the private sector are increasingly questioning the quality of recruits from universities and technikons, the nature and appropriateness of their qualifications and training, and the international competitiveness of graduates in some fields.

Die tekort aan vaardige- en kundige werkers hou fundamenteel verband met 'n onrusbarende afname in leerders wat natuur- en skeikunde, 'n vak, wat as toelatingsvereiste vir tersiêre of naskoolse opleiding in wetenskap- en tegnologiese rigtings dien, tot matriekvlak aanbied (Howie & Hughes, 1998).

Die tersiêre onderwysstelsel meen dat die skoolstelsel verantwoordelik gehou kan word vir (CHE, 2000:20):

...the failure...to produce sufficient numbers of school leavers to meet the intake targets of the higher education system.

Volgens Asmal (1999:5) beskik baie min skoolverlaters oor sekere noodsaaklike vaardighede:

Skoolverlaters word werksoekers of betree die hoër onderwyssektor met ernstige gapings in fundamentele kennis, redeneervaardighede en studiemetodes.

Die industrie word soms verplig om sodanige skoolverlaters, wat wel natuur- en skeikunde op skoolvlak aangebied het, maar by wie die gevraagde vaardighede ontbreek, in diens te neem (O'Connor, 2000). Hoyt (1991:450), Pretorius (1995:109) en Van Schoor (2000:41) bevestig dat werkgewers van mening is dat daar 'n groot gaping tussen die wêreld van die skool en die wêreld van die werksfeer grotendeels bestaan omdat werkers wat tot die arbeidsmag toetree, nie oor die nodige vaardighede beskik om hulle plek in die hedendaagse werksplek vol te staan nie. Die vlak van sekere onontbeerlike vaardighede, byvoorbeeld kreatiwiteit, aanpasbaarheid, die vermoë om probleme op te los, interpersoonlike vaardighede en die vermoë om selfstandig te leer, is glad nie op die gewenste standaard nie.

Aangesien baie van die skoolverlaters nie die vereiste vaardighede onder die knie het nie, moet die industrie baie geld bestee om sodanige persone op te lei om hul werk doeltreffend te verrig (Smallbone, 1992:29). In baie gevalle is dit baie goedkoper om bekwame persone wat beter aan die vereistes wat die privaatsektor voldoen, van oorsee af te verkry (Rossouw, 1989:10). Op die oomblik beskik Suid-Afrika eenvoudig nie oor die kapasiteit om die ekonomie uit te bou sonder om buitelandse wetenskaplike- en tegnologiese kundigheid in te voer nie (Mangena, 2002:4).

Sommige van die verlangde vaardighede stem verbasend ooreen met die kritieke- en ontwikkelingsuitkomst van die uitkomsgebaseerde onderwysbenadering (Cortie & Cortie, 1997:346). In vergelyking met die tradisionele kurrikulum, verskaf uitkomsgebaseerde onderwys duidelike riglyne in verband met die ontwikkeling van vaardighede in die onderrigproses.

Wilkinson, Dennis en Strauss (1995:144) omskryf byvoorbeeld die natuur- en skeikunde-riglyne soos volg:

Breë doelstellings met die onderrig van natuur- en skeikunde op skoolvlak in Suid-Afrika is eerstens daarop gemik om aan leerlinge die nodige vakkennis en insig te besorg. Aansluitend hierby word gepoog om by leerlinge die gewenste natuurwetenskaplike gesindhede aan te kweek, soos byvoorbeeld belangstelling in natuurverskynsels, weetgierigheid, kritiese denke en om die nodige vaardighede, tegnieke en metodes van die vak aan te kweek, soos byvoorbeeld die hantering van sekere apparaat, meet- en waarnemingstegnieke, ens.

Bostaande aanhaling omskryf sommige van die doelstellings van natuur- en skeikunde op skoolvlak, maar die realisering van die doelstellings word deur verskeie faktore beïnvloed. Hierdie faktore, wat geklassifiseer word as eerste- en tweede-orde faktore, het aanleiding gegee tot hierdie krisis in die onderwys.

Eerste-orde faktore

Die eerste-orde faktore sluit onder andere die rasionalisering van onderwysers in, die bestaande vakkurrikulum, die omstandighede in die onderwys asook die ingesteldheid van die onderwyser en leerders (Steyn, 2000:46; Chinapah, 2002:4). In die verlede was die Swart- en Kleurlingbevolking se opvoeding gedurig onderbreek deur skoolboikotte, te min gekwalifiseerde onderwysers en onvoldoende fondse om die nodige apparaat en hulpmiddels aan te koop (Lewin, 1995:201; Bridgraj & Friedman, 1998:8). 'n Direkte gevolg hiervan was dat daar in die verlede 'n verskil in die kwaliteit van die opvoeding was wat leerders in die Blanke-, Kleurling- en Swart skoolsisteem ontvang het (Blankley, 1994:54; Steyn, 2000:47). Die bestaande probleem word deesdae vererger deur die rasionalisering van onderwysers (Grey, 1998:5; Dias, 2002:1).

Van Wyk (1999) sê oor die krisis waarin die onderwysstelsel as gevolg van die rasionalisering gedompel is, die volgende:

Die situasie in die skole word toenemend moeiliker, onder andere as gevolg van die rasionalisasieproses. 'n Groot persentasie van die onderwysers wat pakkette aanvaar het, was die gekwalifiseerde en ervare wiskunde- en wetenskaponderwysers. Daar is tans 'n geraamde tekort van 4 400 wiskunde- en 'n nog groter tekort aan wetenskaponderwysers.

Rasionalisering het aanleiding gegee tot 'n noemenswaardige afname in die aantal bekwame natuur- en skeikunde-onderwysers wat tans nog in die onderwysstelsel is. Die gevolg hiervan is dat die voorbereiding van die leerders op skoolvlak nadelig beïnvloed word omdat hulle deur ongekwalfiseerde- en ondergekwalfiseerde onderwysers onderrig word (Howie, 1999:208). Die situasie het nie net 'n invloed op die algemene vlak van skoolonderrig nie,

maar het 'n geweldige invloed op die aantal leerders wat gaan toetree tot die tersiêre inrigtings en die industrie. Om die bestaande onderwysstelsel weer op standaard te bring, sal daar onder meer 'n diepgaande studie uitgevoer moet word om vas te stel wat gedoen kan word om persone te motiveer om hulle te kwalifiseer as natuur- en skeikunde-onderwysers.

'n Bepalende faktor waardeur die krisis verder vererger word, is die feit dat die tradisionele skoolsisteem meer op die verkryging van kennis en nie soseer op die verkryging van vaardighede konsentreer nie (Howie, 2002a:43). Verder faal die tradisionele stelsel daarin om die teorie met die praktyk te integreer (Grové, 2000:74). Dit het tot gevolg dat dit vir leerders moeilik is om die verband tussen die teorie en die praktyk te begryp. Die tradisionele skoolsisteem fokus dus nie op die verkryging van bekwaamhede wat leerders nodig het om tersiêre inrigtings of die industrie te betree nie (Pretorius, 1995:109).

Suid-Afrikaanse leerders het byvoorbeeld die heel swakste gevaar in natuur- en skeikunde en wiskunde tydens die wêreldwye *Third International Mathematics and Science Study* in 1997 (Howie & Hughes, 1998). Sedertdien het die implementering van strategiese onderwyshervormings meegebring dat daar, in vergelyking met vorige jare 'n merkbare verbetering in die Suid-Afrikaanse slaagsyfer in natuur- en skeikunde en wiskunde in 2001 en 2002 was (NDoE, 2003:1). Tans fokus die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel daarop om die slaagpersentasies in natuur- en skeikunde en wiskunde te verbeter, maar in die proses is die kwaliteit van leer wat plaasvind nie noodwendig beter nie (Legotlo, Maaga & Sebego, 2002:113). Hierdie onderwyskrisis moet indringend en met erns aangespreek word, want tersiêre inrigtings en die industrie kan slegs behoorlik en doeltreffend funksioneer indien hulle voorsien word met goed voorbereide mense materiaal (UP, 2002:11).

Tweede-orde faktore

Tweede-orde faktore sluit beide die betrokkenheid van die privaatsektor en nie-regeringsonderwysorganisasies by die onderwysstelsel, sowel as die sosio-ekonomiese omstandighede van die leerder in. Bogenoemde faktore dra by tot die verergering van die reeds bestaande probleem, naamlik dat leerders die skoolsisteem verlaat sonder om toegerus te wees met vaardighede wat die tersiêre inrigtings sowel as die industrie van hulle vereis (Naudé, 1993:6; Lewin, 1995:202; Fehnel, 2001:18).

Dit is so dat leerders wat die huidige formele Suid-Afrikaanse skoolopleidingsprogram volg, nie aan die behoeftes wat die verskillende aandeelhouers aan onderwys stel, voldoen nie (Van Schoor, 2000:41). Die staat het vir jare lank alleenreg op die onderwysstelsel van Suid-Afrika uitgeoefen, met die gevolg dat die privaatsektor slegs 'n geringe rol in die onderwysstelsel kon speel (Glover & Thomas, 1999:118). In die toekoms sal daar egter 'n al groter bydrae van die

privaatsektor verwag word soos wat daar oorbeweeg word na die nuwe uitkomsgebaseerde onderwysbenadering (Bird, 2001:56).

Die onderskeie rolspelers van die onderwysstelsel het eiesoortige asook gemeenskaplike behoeftes ten opsigte van die voorbereiding van leerders op skoolvlak (Gosling, 2001:8). Die enigste manier om dié behoeftes onder die aandag van die onderwysstelsel te bring, is deur middel van doeltreffende kommunikasie tussen die onderwysdepartement, tersiêre inrigtings en die industrie (Kaplan, 1997:68; Chinapah, 2002:9; Robinson, 2002:105).

Verskeie navorsers, onder andere Sanders (1998:41), beklemtoon dan ook die belangrikheid van goeie kommunikasie as die basis vir 'n suksesvolle vennootskap tussen die verskillende belanghebbendes in die onderwys. Tans is so 'n goeie kommunikasiesisteem nog nie gevestig nie en sal die ontwikkeling daarvan dringend aandag moet geniet. Weens die gebrek aan 'n goeie kommunikasiesisteem is daar 'n gaping tussen vereistes wat die privaatektor en tersiêre inrigtings aan die leerders stel en dié waaraan laasgenoemde voldoen. Die groot uitdaging is egter nou, in hoe 'n mate die nasionale- en provinsiale onderwysdepartemente met die privaatektor kan saamwerk om die bestaande onderwysstelsel meer effektief te maak.

Alhoewel die krisis doeltreffend die hoof gebied kan word deur die samewerking van die verskillende rolspelers in onderwys, bly die skoolopleiding van die leerders die primêre taak van die skool en indirek dus van die Nasionale Departement van Onderwys. Van Wyk (1999) beklemtoon die belangrikheid van die rol van die skool in die akademiese voorbereiding van die leerder sterk:

Dit is 'n mistasting om te dink dat die opleiding van wetenskaplikes en tegnisi by 'n universiteit begin. Dit begin op skool. Dit is waar die basis gelê word vir gekwalifiseerde vakkundiges wat die uitdagings van 'n tegnologiesgedrewe samelewing suksesvol die hoof kan bied.

Die Nasionale Departement van Onderwys is bewus van die dilemma in die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel. Daarom onderskei die *White Paper on Education and Training* (NDoE, 1995:15) natuur- en skeikunde en wiskunde as kritieke vakke en beklemtoon die belangrikheid dat die aantal leerders wat die vakke behoorlik onder die knie het wanneer hulle die skool verlaat, beslis sal moet vermeerder. Die Suid-Afrikaanse Ministerie van Onderwys het reeds begin om strategiese aanpassings en veranderinge in verband met onderwyswetgewing te maak, spesifiek om die doel om sekere geïdentifiseerde behoeftes in die onderwys te help aanspreek.

So byvoorbeeld toon die Nasionale Kurrikulumraamwerk (NDoE, 1998:20) aan dat daar meer konsentreer moet word op gebalanseerde leerervarings vir die leerders:

The new curriculum should move towards a new balanced learning experience that will provide flexible access to further education and lifelong learning, higher education and to productive employment in a range of occupational contexts.

Die Hersiene Nasionale Kurrikulum (NDvO, 2002b) lê inderdaad klem op die ontwikkeling van 'n hoë kennis- en vaardigheidsvlak vir almal. 'n Belangrike doelwit van die Suid-Afrikaanse natuur- en skeikunde-kurrikulum is om verhoogde toegang tot wetenskaplike kennis en -geletterheid te verseker (NDoE, 2001c:6). Daar is groot verwagtinge dat uitkomsgebaseerde onderwys ten spyte van aanvanklike implementeringsprobleme (Rademeyer, 2003b) die wondermiddel is om die krisis in die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel op te los.

1.2 MOTIVERING VIR DIE STUDIE

Die motivering van die studie is veral geleë in die volgende faktore:

- die TRAC-program
- die behoeftes van 'n snelveranderende werksomgewing
- onsuksesvolle pogings van die privaatsektor wat ingryp
- die afname in die aantal gekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers.

Die bespreking van die faktore sal in die onderskeie paragrawe plaasvind.

1.2.1 Die TRAC-program

Hierdie studie is oorspronklik gemotiveer deur TRAC SA wat gestig is, om eerstens hulp te verleen aan natuur- en skeikunde-onderwysers, tweedens om leerders beter voor te berei vir die aanbod van natuur- en skeikunde op die hoër graad, en derdens aan te moedig om loopbane in die wetenskap, tegnologie en ingenieurswese, meer spesifiek siviele ingenieurswese, te volg (TRAC SA Annual Report 1998). Hierdie doelwitte word bereik deur die voorsiening van spesiaal ontwikkelde leermateriaal wat direk aansluit by die Suid-Afrikaanse skoolkurrikulum vir natuur- en skeikunde. Verder bied TRAC SA gespesialiseerde ondersteuning en dienste vir beide leerders en onderwysers sowel in skole as by sogenaamde TRAC-sentra.

Die TRAC-program funksioneer in die skole met 'n TRAC PAC (Transport Research Activity Centre), wat 'n rekenaargesteunde natuur- en skeikunde-pakket is (TRAC-Annual Report 1999). Dit stel die onderwysers in staat om standaard eksperimente in die skoolvakkurrikulum

uit te voer, die inligting te berg en resultate en intydse grafieke vir die leerder op die rekenaar te verskaf. Dit is aanvanklik as 'n Amerikaanse program (TRAC USA) deur 'n professor in die siviele ingenieurswese by die Departement Siviele Ingenieurswese, Universiteit van Stellenbosch, geïmplementeer. Die program is in 1996 onveranderd in verskillende projekskole geïmplementeer, maar die invloed daarvan op die leerder en die onderwyser het aanvanklik geen merkbare veranderinge teweeggebring nie. Laasgenoemde het die behoefte vir navorsing ten opsigte van die suksesvolle gebruik van die TRAC-program in Suid-Afrikaanse skole aangetoon. Die gevolg is die totstandkoming van 'n navorsingspan wat ondersoek in stel na verskeie aspekte van die TRAC-program met die doel om dit by die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel aan te pas. (Ker-Fox, Jordaan, Green & Davids, 2001:2).

Die motivering van hierdie studie spruit juis uit die behoefte wat ontstaan het om vas te stel wat die verskillende rolspelers in Suid-Afrikaanse onderwys se behoeftes rondom natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak is en wat die potensiaal van die TRAC-program is om van hierdie behoeftes aan te spreek. Daar word ook gepoog om met die resultate van die studie die TRAC-program sodanig aan te pas en verder uit te brei, sodat dit die onderskeie rolspelerbehoefte meer effektief kan aanspreek.

1.2.2 Die behoeftes van 'n snelveranderende werksomgewing

Die hedendaagse samelewing is vinnig besig om te verander en die fokus van die 21ste eeu is op die gebruik van tegnologie in feitlik alle aspekte van die samelewing (Beute & Mvalo, 2000:1). Tegnologie is hoogs gevorderd en vereis sekere vaardighede van die gebruiker. Die grootste tekortkoming van die huidige onderwysstelsel in Suid-Afrika is dat die bestaande kurrikulum nie aangepas is om aan die eise van die moderne samelewing te voldoen nie (Rautenbach, 2003:30). Alhoewel die nuwe uitkomsgebaseerde onderwysbenadering op die ontwikkeling van vaardighede van leerders fokus (Malan, 2000:22), is die metodes wat in die klaskamer gebruik word in baie gevalle nog die tradisionele maniere, soos byvoorbeeld die sogenaamde "chalk and talk" metodes (Marock, 1997:58).

Die industrie verwag van die werkers wat die werkerspoel betree om toegerus te wees met die nodige vaardighede wat hulle in staat gaan stel om hul werk effektief te verrig (Mandersloot, 1994:12). Ten spyte van die hedendaagse gesofistikeerde wêreld is daar wel sekere werksomgewings wat die ontwikkeling van vaardighede onderbeklemtoon. Hierdie tipe werke word deesdae vinnig uitgewis deur die gevorderde tegnologie in die werksomgewing (Cloete, 2003:3):

...this capital-technological change is displacing and replacing the unskilled and semiskilled labourers, farm workers, production workers and basic service workers.

Asmal (2001a:1) wys daarop dat snelveranderende werksomgewings vereis dat werkers multivaardig moet wees:

The world of work is evolving so rapidly that people can no longer count on just one set of job skills. Continuous improvement in international standards, teamwork and high skills are the new norms for employers and workers worldwide.

Die huidige werksomgewing word gekenmerk deur globale kompetisie, kulturele diversiteit, en tegnologiese- en bestuursprosesse. Van werkers word dus verwag om kritieke denke, en probleemoplossings- en kommunikasievaardighede te hê (Godsell, 1997:55). Gevolglik moet daar meer klem gelê word op die bevordering van programme wat die ontwikkeling van sodanige vaardighede beklemtoon.

Suid-Afrika sal ernstig aandag moet gee aan die opleiding van die toenemende getal jongmense tussen die ouderdomme van 16 en 35 wat nie toegerus is om te kan kompeteer in die globale mark van die 21ste eeu nie (Bengu, 2001:8). Dit beteken dat die kurrikulum waardeur die opleiding van leerders op skoolvlak asook dié op tersiêre vlak bepaal word, gedurig moet verander en aanpas by die behoeftes van die samelewing (WKOD, 2003:5).

1.2.3 Onsuksesvolle pogings van die privaatsektor wat ingryp

Die afgelope jare het verskillende organisasies uit die industrie in die onderwysstelsel ingegryp en probeer om omstandighede te verander. Omdat die motiewe van die organisasies egter nie altyd suiwer was nie, was baie van hierdie pogings onsuksesvol. Hierdie stelling word gestaaf deur uittreksels uit onderhoude wat gevoer is met onderstaande persone.

Die streekbestuurder van CEITS (persoonlike kommunikasie, 28 September 1999) beweer dat die:

...private sector invests in science because it is a good thing to do, it's good publicity for the company.

Volgens die natuur- en skeikunde senior kurrikulumadviseur (persoonlike kommunikasie, 8 November 1999):

...a lot of companies from the private sector donate computers to schools just for good publicity. There is no money, assistance or training to equip teachers with ideas or skills how to integrate computers in the school system.

Die bestuurder van informasietegnologie, verbonde aan die WKOD (persoonlike kommunikasie, 11 November 1999) voer aan dat:

...looking at new structures there will be a lot of input from the industry not only for traditional training, but the educational requirements as well.

Soos blyk uit bostaande stellings het die industrie sekere redes hoekom hulle betrokke raak by die onderwysstelsel van sekere gemeenskappe. Onderstaande is 'n lys van moontlike redes hoekom die industrie betrokke raak:

- sosiale verantwoordelikheid ten opsigte van die gemeenskap
- voorsien beurse aan potensiële kandidate wat verder gaan studeer
- belê in die voorbereiding van toekomstige werkers
- goeie advertensie vir die maatskappy.

As gevolg hiervan het die probleem ontstaan dat 'n hele aantal van die programme wat deur die industrie geborg is, wel op die been gebring is, maar nooit suksesvol geïmplementeer is nie. Verskillende redes kan aangevoer word waarom baie van die programme onsuksesvol was. Onder andere is daar nie deeglik besin oor die spesifieke behoeftes in die onderwys en watter strategieë gevolg kon word om die behoeftes aan te spreek nie (Moore & Harrison, 1996:51). Daar is byvoorbeeld nie voorsiening gemaak vir die opleiding van onderwysers om sulke programme effektief te gebruik nie. 'n Verdere dilemma in die verlede was dat daar genoeg geld beskikbaar gestel is om sodanige projekte te loods, maar dat baie min van die geld aangewend is om die program verder uit te bou.

1.2.4 Afname in die aantal gekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers

'n Verdere aspek wat groot kommer wek, is die afname in die getal onderwysers in natuur- en skeikunde-didaktiek die afgelope vyf jaar. 'n Probleem wat hieruit spruit is dat daar 'n tekort aan gekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers in die bestaande sisteem is (NDoE, 2001c:5). Die rasionaliseringsproses het tot gevolg dat baie van die gekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers na ander skole herontplooi is, asook dat baie uit die bestaande skoolsisteem bedank het omdat die omstandighede te ondraaglik geword het en die privaatsektor beter vergoedingspakkette vir die persone aanbied (Hayward, 2002:53). By baie van die skole in die land is daar natuur- en skeikunde-onderwysers wat nie bekwaam is om die vak aan te bied nie (Beute & Mvalo, 2000:5). Veral by sogenaamde Swart- en Kleurlingskole word daar baie ongekwalifiseerde¹, ondergekwalifiseerde² en selfs onbekwame³ onderwysers aangetref (Van der Horst, 2001:1; DoNT, 2003:64).

Die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel word tans gekonfronteer met 'n tekort aan gekwalifiseerde en bekwame natuur- en skeikunde-onderwysers. Dit het 'n geweldige negatiewe invloed op die kwaliteit van die onderrig wat leerders deur sodanige onderwysers

¹ 'n Onderwyser wat geen tersiêre opleiding gehad het nie.

² 'n Onderwyser wat oor 'n tersiêre kwalifikasie beskik, maar nie hoër onderwysdiploma het nie.

³ 'n Gekwalifiseerde onderwyser wat nie die nodige vaardighede besit om kennis aan leerders oor te dra nie.

ontvang (Kotzé, 2001:1-2). Die groot vraag is: Wat kan gedoen word om die onderwysstelsel weer op standaard te bring?

1.3 PROBLEEMSTELLING EN DOELSTELLINGS VAN DIE STUDIE

Die hoofdoel van hierdie studie was om navorsing te doen oor die behoeftes van die verskillende onderwysrospelers rondom natuur- en skeikunde-onderrig in die bestaande Suid-Afrikaanse skoolstelsel. Voorts is 'n studie gedoen oor hoe die TRAC-program gebruik kan word om in dié behoeftes te voorsien (verwys na hoofstuk 5).

Die studie is aangespoor deur die volgende twee navorsingsvrae:

- Wat is die verskillende rolspelers in die onderwys se behoeftes ten opsigte van die wetenskaplike kennis en vaardighede wat leerders op skoolvlak behoort te verwerf?
- Hoe kan die TRAC-program help om die geïdentifiseerde behoeftes aan te spreek?

Ten einde die studie suksesvol uit te voer, moes die volgende doelstellings gerealiseer word:

- die identifisering, deur middel van 'n literatuur- en empiriese studie, van die behoeftes van die verskillende rolspelers in die onderwys ten opsigte van die wetenskaplike kennis en vaardighede van leerders
- 'n ondersoek na hoe die TRAC-program gebruik kan word om aan die behoeftes van die verskillende rolspelers te voldoen.

Die werkswyse wat gevolg is, word in die volgende subparagraaf bespreek.

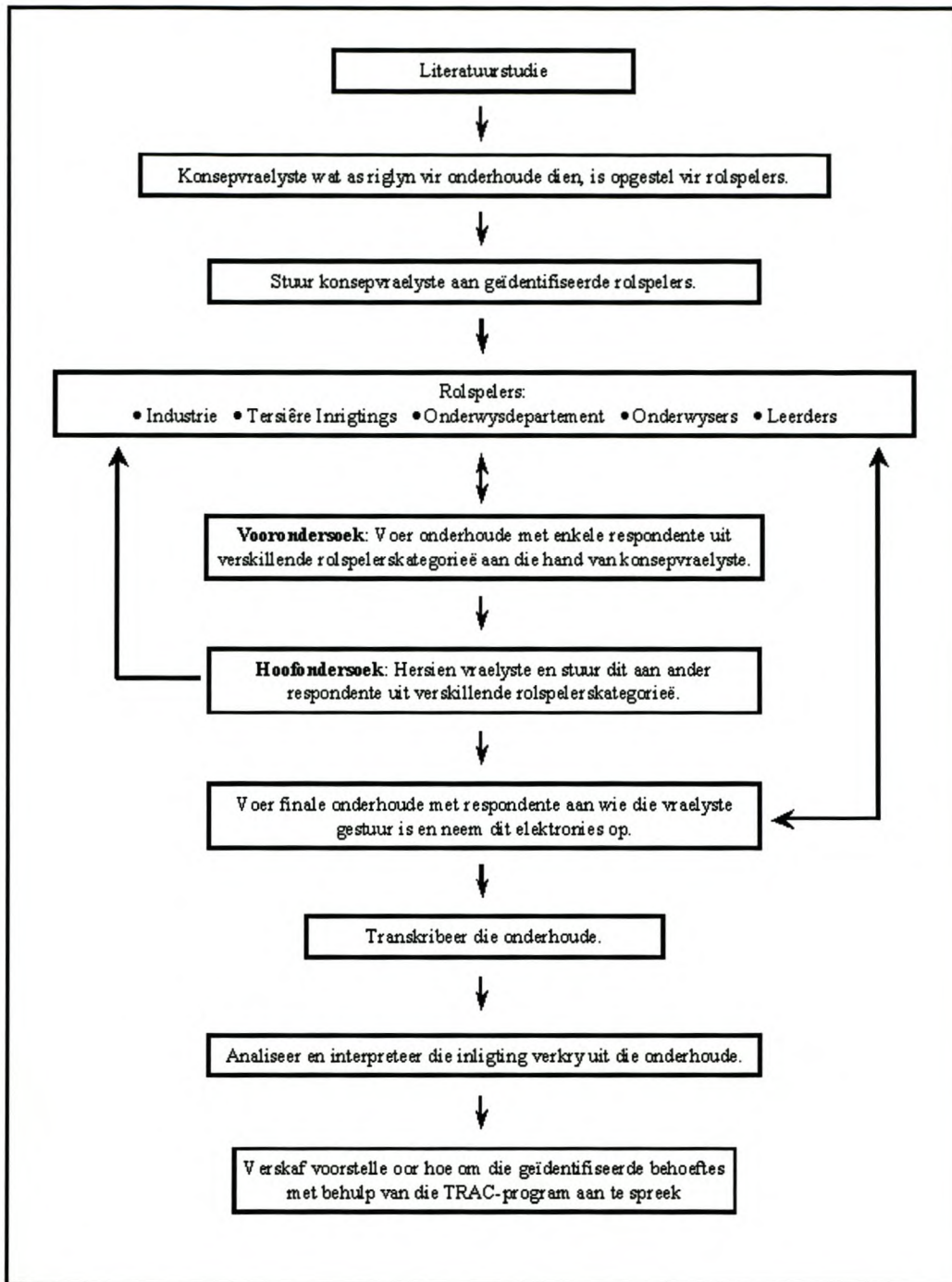
1.4 NAVORSINGSONTWERP

Die werkswyse wat tydens die uitvoering van die studie gevolg is, word in Fig. 1.4 aangetoon.

1.4.1 Literatuurstudie

'n Literatuurstudie is uitgevoer om vas te stel watter navorsing reeds op hierdie gebied uitgevoer is en watter behoeftes reeds geïdentifiseer is ten opsigte van die verskillende rolspelers. Laasgenoemde is gedoen om duplisering van 'n studie wat reeds uitgevoer is, te voorkom en dit het ook leiding gegee ten opsigte van verdere studiebehoeftes.

Die rolspelers wat relevant vir hierdie studie is, is die industrie, tersiêre inrigtings, onderwysdepartement, onderwysers en die leerders. Die inligting wat uit die literatuurstudie verkry is, is gebruik vir die samestelling van die vrae in die vraelyste wat in die onderhoude gebruik is.



Figuur 1.1 Vloediagram wat die werkswyse aantoon wat tydens die uitvoer van die studie gevolg is.

1.4.2 Vraelyste

Voorondersoek

Konsepvraelyste is gebruik as riglyn vir die onderhoude wat later gevoer is. Die doel van dié vraelyste was om op 'n geordende en effektiewe wyse, eerstehandse inligting vanaf die verskillende rolspelers te verkry. Vraelyste is onderskeidelik vir die leerders, onderwysers en

persone van die industrie in beide Afrikaans en Engels opgestel. Die doel van die vraelyste was nie om 'n kwantitatiewe beeld van die huidige stand van behoeftes te bepaal nie, maar op 'n gestruktureerde wyse onderhoude met respondente te voer.

Die konsepvraelyste is saamgestel na aanleiding van kennis ingewin deur die literatuurstudie asook op advies van kundiges op die gebied. Die doel van die vraelyste was om te bepaal wat die behoeftes van die verskillende rolspelers ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak is en in welke mate dit ooreenstem met die behoeftes soos wat dit in die literatuurstudie geïdentifiseer is.

Die konsepvraelyste vir die verskillende rolspelers is per e-pos aan hulle gestuur. Ten opsigte van die onderwysers en leerders is die vraelyste by drie skole in die Wes-Kaap gebruik. Die skole is sodanig gekies dat die ligging daarvan verteenwoordigend was van die verskillende tipes skole in die Wes-Kaap.

Die een skool is 'n tradisionele Swart skool wat baie logistieke probleme ondervind, die tweede 'n tradisionele Kleurlingskool uit 'n milieugestremde gemeenskap en die derde 'n tradisionele model-C uit 'n gemiddelde gemeenskap. Die vraelyste vir die ander rolspelers is aan drie verteenwoordigers van die industrie, vyf van die tersiêre inrigtings en drie van die Wes-Kaapse Onderwysdepartement (WKOD) gestuur.

Hoofondersoek

Die inligting verkry uit die konsepvraelyste is gebruik om die vrae vir die hoofondersoek se vraelyste op te stel. Hierdie tweede stel vraelyste was meer spesifiek gerig en is aan respondente gestuur met die oog op die voer van onderhoude.

1.4.3 Onderhoude

Onderhoude is gebruik om vas te stel wat die verskillende behoeftes van rolspelers ten opsigte van die onderwys is, asook watter idees die spesifieke rolspelers het om sodanige behoeftes aan te spreek. Vraelyste is as riglyn vir die onderhoude gebruik. Die vraelyste is vooraf aan die verskillende rolspelers gestuur sodat hulle kon voorberei vir onderhoude wat deur die skryfster gevoer sou word. Die onderhoude met leerders en onderwysers is slegs by drie voorafbepaalde skole uitgevoer. Onderhoude is elektronies opgeneem en op 'n later stadium getranskribeer. Inligting uit die onderhoude verkry, is gebruik in die ontwikkeling van verdere vraelyste wat deur die leerders en onderwysers van al sestig die projekskole in die Wes-Kaap voltooi is.

Hierdie studie het begin toe die tradisionele onderwysbenadering nog in die skole toegepas is en is voltooi in die tydperk wat die nuwe uitkomsgebaseerde onderwysbenadering ingefaseer

is. Hierdie belangrike aspek moet in gedagte gehou word by die interpretasie van die inligting wat in die studie verskaf word.

1.4.4 Samewerking met ander studente en rolspelers

Die verskillende rolspelers waarmee saamgewerk word, is die tersiêre inrigtings, onderwysdepartement, industrie, onderwysers en leerders. Die skryfster was ten tyde van die studie werksaam as die TRAC-sentrumbestuurder van die Wes-Kaap. Hierdie posisie het haar toegang verleen tot verskillende tersiêre inrigtings asook verskillende skoolgebaseerde programme wat by die Universiteit van Stellenbosch gestasioneer is. Deur middel van die TRAC-donateurs (SANRAL en CEITS) was daar kontak met verskillende verteenwoordigers van die industrie. Die kontak met die verskillende projekskole het die skryfster in direkte verbinding gebring met leerders en onderwysers. Die sewe- en 'n half jaar onderwyservaring was van nut vir die uitvoering van navorsing by die verskillende skole.

Die navorsing vir hierdie studie is uitgevoer as deel van 'n navorsingspan bestaande uit vyf lede. Elke persoon het onafhanklik van die ander, sy eie navorsing oor 'n spesifieke gebied van die TRAC-program gedoen. Die uitkomst van elke studie sal gebruik word vir die moontlike implementering van die TRAC-program in die nasionale onderwysstelsel. Die volgende is 'n kort samevatting van sommige van die navorsingsvrae wat deur van die navorsers ondersoek word:

- Wat is die behoeftes van die verskillende rolspelers wat by onderwys betrokke is ten opsigte van wetenskaponderrig op skoolvlak? (Die fokus van hierdie studie.)
- Hoe kan die TRAC-program gebruik word om die geïdentifiseerde behoeftes ten opsigte van wetenskaponderrig op skoolvlak te bevredig? (Die fokus van hierdie studie.)
- Hoe kan die TRAC PAC in wetenskaponderwys in die Suid-Afrikaanse skole optimaal gebruik word?
- Hoe kan die TRAC PAC as 'n mikrorekenaar-laboratorium (MBL) gebruik word om vas te stel watter rol rekenaargesteunde eksperimente in die ontwikkeling en bemeestering van leerders se interpretasievaardighede van grafieke speel?
- Hoe kan grafieke wat verkry word tydens die uitvoer van rekenaargesteunde eksperimente, gebruik word om die bestaande kennis en grafiese interpretasievaardighede van leerders te bepaal en te verbeter?
- Is die bestaande grafiese interpretasievaardighede waaroor leerders beskik, voldoende om met behulp van rekenaargesteunde onderwys 'n beter begrip van wetenskaplike konsepte te vorm?

- Hoe kan die gebruik van rekenaargesteunde bronne in die onderrig van natuur- en skeikunde ge-evalueer word?

Die navorsingspan het op die volgende maniere saamgewerk. Omdat elke navorser 'n goeie begrip van al die ander se navorsingsprojekte gehad het, was dit moontlik om menings te bespreek, idees uit te ruil en relevante literatuur onder mekaar se aandag te bring. Hierdie kommunikasie het plaasgevind deur middel van e-pos asook deur jaarlikse werkswinkels wat vir die navorsers georganiseer is. Die navorsers het saamgewerk ten opsigte van die ontwikkeling van opvoedkundige programme, onderrigmateriaal en eksperimente gebaseer op die TRAC-program. Alhoewel elke navorser op sy eie studiegebied navorsing gedoen het, is die breë benadering dieselfde.

1.5 HOOFSTUKINDELING

Die res van hierdie studie sal as volg plaasvind:

- Hoofstuk 2: Rapportering van literatuurstudie wat uitgevoer is.
- Hoofstuk 3: Rapportering van die navorsingsmetodes, asook die resultate van die empiriese studie.
- Hoofstuk 4: Bespreking van strategieë om aandag aan onderwysbehoefte te gee.
- Hoofstuk 5: Bespreking van TRAC SA se rol om aandag aan onderwysbehoefte te gee.
- Hoofstuk 6: 'n Uiteensetting van die samevatting, kritiese oorsig en aanbevelings van die studie.
- Bronnelys.
- Addendum A: Vraelyste wat tydens die empiriese studie gebruik is.
- Addendum B: Tabelle en grafieke wat uit die verwerking van die data opgestel is.
- Addendum C: Voorbeeld van 'n TRAC-aktiwiteit.
- Addendum D: Toestemmingsbriewe gerig aan die WKOD en skoolhoofde.
- Addendum E: Besprekingslys van geregistreerde NROO's betrokke by die Wes-Kaapse onderwys.

HOOFTUK 2

LITERATUURSTUDIE OOR DIE BEHOEFTE VAN DIE VERSKILLENDEN ROLSPELERS

In hierdie hoofstuk word daar verslag gelewer oor 'n literatuurstudie wat uitgevoer is om te bepaal watter behoeftes daar ten opsigte van natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwys op skoolvlak by verskillende rolspelers bestaan. Die inligting wat tydens die literatuurstudie verkry is, is onder meer gebruik om vraelyste te ontwikkel. Hierdie vraelyste is tydens onderhoudssessies gebruik as deel van die empiriese studie.

2.1 INLEIDING

Wiskunde- en wetenskaponderwys is uiters belangrik vir Suid-Afrika se tegnologiese vooruitgang (NRF, 2002:3):

Science and mathematics education is the base upon which expertise in technological development and deployment exists. School science and mathematics are expected to enhance the scientific literacy and technological fluency of citizens so that they can participate more fully in decisions that affect their lives.

George (1999:1) toon aan dat dit die onderwysstelsel se verantwoordelikheid is om die arbeidsmag só voor te berei dat hulle goed toegerus is met die nodige vaardighede en kwaliteite om hulle self te kan handhaaf in 'n veranderende tegnologiese wêreld. Hierdie siening word bevestig byvoorbeeld deur Mackay (2001:8) wat sê dat dit hoofsaaklik die onderwysdepartement se rol is om te sorg dat die onderwysstelsel die leerders voldoende toerus met die nodige vaardighede en kennis wat die tersiêre inrigtings en industrie van die leerders vereis, wanneer hulle toetree tot hierdie instansies.

Navorsers soos Juergensen (2000:3) meen egter dat die opvoedingsproses meer effektief behoort te wees indien alle moontlike rolspelers daarby betrek word. Die mate van betrokkenheid sou kon wissel, byvoorbeeld van finansiële ondersteuning, beleidsbepaling, aanbieding van kursusse tot die daarstelling van goeie rolmodelle of vakansiewerk, ensovoorts.

Die opvoedingsproses is 'n ingewikkelde proses en kan daarom baie meer suksesvol bestuur word as al die rolspelers by onderwys betrokke raak, sê Klaaste (1997:15):

The government cannot tackle the difficult job of education alone and needs the support of various organisations of civil society. Partnerships must be formed with NGO's.

Howie (1999:212) het 'n soortgelyke mening:

The active promotion of science education for sustainable development by all must be undertaken by national and provincial government, commerce and industry, and communities, all working together.

Die idee dat die verskillende rolspelers betrokke moet raak by die onderwysproses is nie 'n nuwe idee wat onlangs geïdentifiseer is nie, maar 'n behoefte wat lankal reeds posgevat het (Whittaker, 1997:114):

The involvement of business as partners in school reform is not a new idea. Neither is it unique to South-Africa. What is new in South-Africa is the manner in which such partnerships can be developed with a legitimate government.

Ook onder die rolspelers is daar 'n algemene gevoel dat hulle meer betrokke moet raak by die opvoedingstaak van die leerders (NDoE, 2001b:15); dat onderwysvoorsiening in Suid-Afrika nie slegs die taak van die skool is nie en dat die proses baie meer effektief sal wees indien alle rolspelers betrek word. 'n Onderwysdepartement kan nie as 'n eiland fungeer nie, maar het ander sektore van die samelewing as vennote nodig om die leerders van die gemeenskap optimaal tot die behoeftes van die werksfeer op te voed (Chinapah; 2002:6; SADTU, 2003:1).

Die interaksie tussen die onderwysdepartement en die verskillende rolspelers kan lei tot die ontwikkeling van 'n konseponderwysstelsel wat meer deursigtig asook meer verteenwoordigend behoort te wees van die behoeftes van al die rolspelers betrokke by onderwys. So 'n onderwysstelsel se uitkomst sal meer tot sukses geneig wees (Miller-Grandvaux, Welmond & Wolf, 2002:2).

Vir die sukses van so 'n tipe onderwysstelsel is goeie kommunikasie tussen die onderskeie belangegroepes van kardinale belang. Die gebrek aan goeie kommunikasie kan veroorsaak dat daar onsekerheid bestaan oor wat die verskillende rolspelers se behoeftes ten opsigte van wetenskaponderwys op skoolvlak is.

Sanders (1998:41) noem byvoorbeeld dat:

Good communication is the basis for any successful program of partnerships...

terwyl Pretorius (1995:108) van mening is dat:

Tradisioneel was daar min kontak tussen onderwyssektore en werkgewers. Daar word hedendaags wyd aanvaar dat samewerking tussen onderwys- en werkgewerssektore belangrik is, dat die sektore wedersyds afhanklik is, dat beide bepaalde verwagtinge van mekaar koester, maar dat beide ook bepaalde verantwoordelikhede het.

'n Verdere motivering vir die betrokkenheid van die industrie by skole word deur Kazis (1999:15) as volg gestel:

Any effort to improve young people's academic and career success by linking school and workplace by the active involvement of local employers, is of high importance...

Kazis (1999:17) voer die volgende redes aan hoekom die industrie wel by die opvoeding van die leerders op skoolvlak betrokke behoort te raak:

- Produktiwiteit. Na 'n beperkte opleidingstydperk is die meeste van die studente produktief genoeg om hul salarisse te regverdig.
- Die beeld van die maatskappy. Dit is belangrik vir die maatskappy om goeie verhoudings te bou met die gemeenskap wat dit bedien en waaruit sy werkersbron hoofsaaklik kom.

Omdat dit die doel van hierdie studie is om vas te stel wat die behoeftes van verskillende rolspelers ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderwys op skoolvlak is, is dit nodig om die rolspelers wat betrokke by onderwys is, te definieer. Vir dié studie is die volgende rolspelers van belang: die industrie, tersiêre inrigtings, onderwysdepartement, onderwysers en die leerders. Die behoeftes van die verskillende rolspelers, soos geïdentifiseer deur die literatuurstudie, word dan ook in die volgende afdelings gerapporteer.

2.2 INDUSTRIËLE BEHOEFTE

In 'n kennisgedrewe kompeterende wêreld is die opleiding van hoëvlak werkkrag die lewensbloed vir die voortbestaan van 'n land. Die leemte in die beskikbaarheid en kwaliteit van geskoolde werkkrag het verreikende implikasies vir die volgehoue ekonomiese ontwikkeling van Suid-Afrika (Boehm, 2000:2).

Bhorat en Hodge (1999:349) wys daarop dat die aanvraag na, en die kwaliteit van, professionele kundiges weerspieël word in die feit dat:

...South African labour demand patterns reflect a growing demand for higher skilled labour and declining demand for low skilled workers.

Volgens 'n opname (HSRC, 1999:1-2) is daar 'n wesenlike tekort aan professionele mense in die Suid-Afrikaanse tegniese sektor wat beroepe in die ingenieurswese-, tegnologie- en mediese velde insluit. Ander eerstewêreldse lande soos byvoorbeeld Australië, Brittanje, Kanada en Holland is in soortgelyke situasies (CHE, 2001:41).

Die massiewe emigrasie van Suid-Afrikaanse kundiges is 'n verdere gevoelige slag vir die beskikbaarheid van hoëvlak werkkrag en benewens dit skep dit ook sekere koste implikasies (Bird, 2001:19):

...as many as 1.6 million people in skilled, professional and managerial professions have left the country since 1994, and at least one in every five South Africans with a tertiary education now lives abroad. The cost of this mass exodus is believed to be about R2.5 billion a year.

2.2.1 Verhoogde vaardigheidsvlakke van leerders wat die industrie toetree

Een van die primêre behoeftes wat die industrie het ten opsigte van die voorbereiding van leerders is dat die leerders reeds op skoolvlak blootgestel moet word aan leergeleenthede wat die ontwikkeling van vaardighede sal beklemtoon (Mandersloot, 1994:12). Van die werkers word verwag om wanneer hulle tot die industrie toetree, reeds bekwaam te wees met die vereiste vaardighede (Boehm, 2000:18).

Tasker en Packham (1990:1) wys daarop dat die industrie 'n behoefte het aan 'n goed opgeleide werksmag met besondere vaardighede. Kolde (1991, aangehaal in Pretorius 1995:110) beklemtoon dat daar 'n groterwordende gaping ontwikkel tussen die verlangde nuwe vaardighede en die huidige stand daarvan by die werkers wat toetree tot die industrie:

There is a growing gap between the skills demanded by the new economy and the skills available to meet those demands. New technology requires higher capabilities in reading and mathematics. Flexibility and adaptability are now prized qualities in working whereas in the past many jobs were routine and specialised.

Van der Berg (2001a:3) spekuleer juis dat die groei van die Suid-Afrikaanse industrie aan bande gelê word deur 'n werksmag wat onvoldoende toegerus is met sekere vaardighede. Byna alle sektore in die Suid-Afrikaanse ekonomie het 'n gebrek aan bekwaame werkers (Howie, 1999:200). Volgens dié ondersoek is dit opmerklik dat tekorte in snelgroeiende beroepsrigtings soos byvoorbeeld ingenieursdissiplines, informasietegnologie en handel baie vinnig toeneem.

Gerrans (1996:6) beklemtoon dat:

...South Africa has a crying need for a more technically trained workforce.

Lee en Reigeluth (1994:61) beweer dat die industrie definitiewe behoeftes ten opsigte van hul toekomstige werkers het:

...people are required to be more critical, creative and multi-dimensional in thinking and decision making.

Staton en Marvel (2001:92) huldig 'n soortgelyke standpunt:

Business wants workers who can manage their time and have the self motivation and creative ability to solve problems on their own.

Ettinger (1998:27) verwys in die onderstaande aanhaling na die vereistes wat die industrie stel aan werkers wat nuut toetree tot die arbeidsmark:

...good jobs require a greater understanding of mathematics, better reading and problem solving skills, the ability to work as a team member, and more technical knowledge. To be successful, students must master three skill areas: job related skills, basic skills and career decision-making skills.

Ettinger (1998:28) toon verder aan dat die werksgereedheid van 'n persoon op grond van vyf bekwaamheidsvlakke geïdentifiseer word na aanleiding van die ontwikkelingsvlak van sodanige individu se basiese akademiese-, denk- en sosiale vaardighede. Die vlakke word as volg beskryf:

- Bekwaamheidsvlak 1: Identifiseer, organiseer, beplan en aanwys van bronne.
- Bekwaamheidsvlak 2: Saam met ander in 'n groep kan saamwerk. Om ander persone nuwe vaardighede te kan aanleer. Om kliënte te kan bedien met goeie diens. Moet leierseienskappe toon. Moet met verskillende persone uit verskillende agtergronde kan onderhandel.
- Bekwaamheidsvlak 3: Die verkryging en gebruik van inligting.
- Bekwaamheidsvlak 4: Verstaan van komplekse verwantskappe.
- Bekwaamheidsvlak 5: Moet met 'n verskeidenheid van tegnologie kan werk.

Hierdie voorvereistes verskil van maatskappy tot maatskappy, maar daar is tog ook ooreenkomste. Van Schoor (2000:42) vereenvoudig Ettinger (1998) se model deur slegs drie vaardigheidsvlakke van 'n werknemersportfolio te identifiseer, naamlik:

- Eerste vlak: Akademiese vaardighede; sluit in die kommunikasie-, denk- en rekenaarvaardighede.
- Tweede vlak: Persoonlike bestuursvaardighede; sluit in die verantwoordelikheid, organisasie, aanpasbaarheid en beroepsontwikkeling van die persoon.
- Derde vlak: Groepswerk; sluit in hoe goed die persoon in 'n groep funksioneer en leiding kan neem.

Uit bostaande bespreking kan afgelei word dat die industrie bepaalde vaardighede as baie belangrik ag, veral waar indiensnemingsvoorvereistes ter sprake kom. Die industrie neig egter ook om in 'n persoon te belê wat die potensiaal het om aan die vereiste vaardigheidsvlakke te

voldoen. Hiermee word geïmpliseer dat die industrie van hulle kant af so min as moontlik tyd en geld aan die opleiding van kandidate wil bestee.

Soos Van der Berg (2001a:1-2) tereg sê, is die onderwysstelsel daarvoor verantwoordelik om toekomstige werkers met die nodige vaardighede toe te rus. Grové (1999:60) sluit aan met die mening dat:

It seems that an important function of secondary education will be to equip future knowledge workers with proficiency in the higher skills required for their craft, or profession.

Die Nasionale Departement van Onderwys (NDoE, 1997b:5) besef dat Suid-Afrika se ekonomiese groei in 'n internasionaal kompeterende ekonomiese bestel fundamenteel afhang van 'n goed opgeleide bevolking wat toegerus is met die relevante vereiste bekwaamhede en vaardighede.

Marock (1999:61) voel dat die volgende vaardighede reeds op skoolvlak behoort te ontwikkel:

...identify and solve problems, work effectively with others as a member of a team, organise and manage oneself, collect and analyse and critically evaluate information, communicate effectively, use science and technology to demonstrate an understanding of the world as a set of related systems.

Veral kommunikasievermoë word as baie belangrik geag en hierdie vaardigheid moet reeds op 'n vroeë stadium by die leerders ontwikkel word. Volgens Spillane en Callahan (2000:403) word leerders slegs bemagtig om met gesag oor die wetenskap te kommunikeer, as hulle geleer word hoe die wetenskaplike konsepte, prosedures en vaardighede gebruik kan word om die wetenskap te verklaar.

Dit is egter so dat daar tans nie heeltemal aan dié behoefte voldoen word nie en dat die Suid-Afrikaanse industrie nie heeltemal tevrede is met die manier waarop leerders op skool voorberei word nie (Cortie & Cortie, 1997:346). Die Nasionale Departement van Onderwys (NDoE, 1995:10) is bewus van hierdie stand en erken:

...that the prospect of an integrated approach to education and training has alarmed some professionals in both the formal education and the skills training camps.

Pretorius (1995:109) toon aan dat baie min van die skoolverlaters aan die vereistes van die industrie voldoen:

...werkgewers dui aan dat werkers wat toetree tot die arbeidsmag nie oor die nodige vaardighede beskik wat die hedendaagse werksplek van hulle vereis nie, bv. kreatiwiteit, aanpasbaarheid, probleemoplossingsvermoë, interpersoonlike vaardighede en die vermoë om selfstandig te leer.

Moleke (1999:3) wys daarop dat gevraagde vaardighede selfs by gegradueerdes ontbreek:

While the higher education institutions produce a considerable number of graduates, the skills they possess do not match the skills the economy needs to make great strides.

Grové (1999:17) stem hiermee saam:

A frightening amount of the material or skills have never entered the learner's long term and habit memory systems and is soon forgotten. ...Industry expects a certain amount of proficiency that is often not present.

2.2.2 'n Onderwyskurrikulum wat vaardighede voorstaan

Die industrie blameer die tradisionele onderwyskurrikulum vir die nypende tekort aan vaardige Suid-Afrikaanse werkers (Godsell & Khotseng, 1990:106; Naudé, 1993:6-7; Lewin, 1995:201; Truog, 2000:220). In Suid-Afrika word die behoefte al groter dat daar in die Suid-Afrikaanse onderwyskurrikulum groter klem gelê moet word op vaardighede wat in die industrie benodig word. Verskeie navorsers (Smith, 1996:2; Johnson, Monk, & Hodges, 2000:179; Van Vuren & Henning, 2001:79) het al bevind dat die tradisionele kurrikulum onvoldoende is om die ontwikkeling van sekere noodsaaklike vaardighede op skoolvlak te bevorder.

Grové (2001:19) toon in dié verband aan dat:

...educational institutions (especially secondary school) impart a lot of theoretical knowledge, and then often dated theoretical knowledge. This is causing problems in the workplace.

Soortgelyk wys Bird (2001:26) daarop dat tersiêre inrigtings:

...aim to be responsive to industry, but are tied to the national curricula, which have not kept pace with industry.

Jansen (1997:20) dui van die gewenste vaardighede wat die kurrikulum op skoolvlak behoort te bevorder, aan:

The curriculum and teaching methods should encourage critical thinking, questioning and inquiry and understanding of the partial and incomplete nature of most human knowledge. This is the heart of the educational quality. Yet there are few South Africans schools in which these qualities are expressed.

Moleke (1999:7) is van mening dat:

...the curricula should also be geared more towards the acquisition of practical skills and competencies without abandoning the theoretical underpinnings of these fields of study.

Die Nasionale Departement van Onderwys (NDoE, 1997b:5) is duidelik bewus van die kurrikulaverwagtings van die industrie:

Curricula should be relevant and appropriate to current and anticipated future needs of the individual, society, commerce and industry.

2.2.3 Groter insae van die industrie by onderwys

Daar is merkbare tekens dat die industrie meer betrokke by onderwys wil raak, veral sodat hulle beter inspraak kan lewer by die voorbereiding van die leerders op skoolvlak (Butt, 1993:28; Cuneo, Bell & Welsh-Grey, 1999:18; Hirschsohn, 2001:102).

Die industrie besef dat die voldoende voorbereiding van die leerders op skoolvlak slegs moontlik is indien daar saamgewerk word deur al die rolspelers wat by die onderwys betrokke is (Butt, 1993:28; Alexander, 1994:19-20; Gosling, 2001:8). Pretorius (1995:109) toon aan dat die industrie graag groter betrokkenheid by die onderwysvoorsieningsproses verlang. Hy beveel verder aan dat meer geleenthede vir sodanige inspraak geskep moet word.

Thompson (1998:55) dui aan dat dié betrokkenheid op verskeie maniere kan geskied. Voorbeelde hiervan is die borg van ondersteuningsprogramme vir leerders, opleidingskursusse vir onderwysers 'n stelsel van mentorskap, internskappe en vakansiewerk vir die leerders (Moore & Harrison 1996:52).

Dembicki (1999:29) is van mening dat om vennootskappe tussen die verskillende rolspelers suksesvol te laat plaasvind, dit belangrik is om 'n goeie kommunikasiesisteem te ontwikkel. Goeie kommunikasie is noodsaaklik sodat al die betrokke rolspelers goed ingelig sal wees oor elkeen se onderskeie rol by die onderwys en veral dat daar, wanneer die betrokkenheid die borg van 'n projek behels, volkome deursigtigheid sal wees. Dit geld ook vir die doel van die ondersteuningsprogram of -projek, die resultate daarvan, sowel as die tydraamwerk wat beplan word en waarbinne die resultate bereik moet word.

Kazis (1999:18) sê die volgende omtrent die deursigtige proses wat gehandhaaf moet word indien die industrie om finansiële ondersteuning vir 'n projek geraadpleeg word:

Find out what the employers want and need before you launch a program. The earlier and more genuine the collaboration, the more likely it will be to serve employers' needs, ensure that they are being heard, and result in benefits to all participating parties, including students.

2.2.4 Opsomming

Die industrie verlang:

- dat werkers wat toetree tot die werksfeer goed toegerus sal wees met die gewenste vaardighede en kennis sodat hulle, hul take doeltreffend te kan verrig. Hierdie vaardighede sluit in:
 - * akademiese vaardighede
 - * persoonlike bestuursvaardighede
 - * sosiale vaardighede
 - * saamwerk in groepe
 - * vertroudheid met tegnologie
 - * verkryging en verwerking van inligting
- dat die skoolkurrikulum die ontwikkeling van bogenoemde vaardighede moet bevorder
- om verhoogde insae te hê in die onderwysvoorsieningsproses, sodat hulle beter inspraak kan lewer by die voorbereiding van die leerders op skoolvlak
- om vennootskappe met die ander rolspelers in wiskunde- en wetenskaponderwys te sluit ter verbetering daarvan.

2.3 TERSIËRE INRIGTINGS SE BEHOEFTE

Die ingrypende transformasie- en herstrukteringsproses van hoër onderwys wat tans aan die gang is, het ten doel om tersiêre onderwys meer ontvanklik te maak vir die behoeftes van Suid-Afrika in die 21ste eeu (NDoE, 1997c:3; Moore, 2002:2). Die doelwitte wat volgens *The National Plan for Higher Education* (CHE, 2000:12) aan die hoër onderwysstelsel gestel is, het nuwe uitdagings en behoeftes vir tersiêre instellings geskep:

Higher education must...produce, through research, teaching and learning and community service programmes, the knowledge and person power for national reconstruction and economic and social development to enable South Africa to engage pro-actively with and participate in a highly competitive global economy.

Dié idee dat die tersiêre inrigtings in pas moet bly met die verwagtings wat deur 'n veranderende samelewing gestel word, word ook ondersteun deur die Universiteit van Pretoria (UP, 1999:1):

Die universiteit sal moet verander indien dit wil oorleef en groei in die veranderende internasionale konteks. Hierdie verandering word in 'n groot mate bepaal deur die beleid soos neergelê deur die Departement van Onderwys.

Hierdie veranderinge is genoodsaak deur 'n (NDoE, 1997c:3):

...chronic mismatch between the output of higher education and the needs of a modernising economy. In particular, there is a shortage of highly trained graduates in fields such as science, engineering, technology...

Cloete (2001:3) wys daarop dat 'n opname in 1999 getoon het dat 76% van Suid-Afrikaanse top maatskappye 'n ernstige tekort aan professionele werkers ondervind. Hy skryf dit toe aan 'n:

...higher education system that is not producing the numbers and types of graduates required by the labour market.

Uit die voorafgaande menings kan afgelei word dat tersiêre instellings 'n bydrae kan lewer tot die verhoging van die persentasie deelnemers aan natuurwetenskaplike programme. Terselfdertyd word hulle ook uitgedaag om die kwaliteit van hulle akademiese standaarde te verbeter. Dit impliseer dat tersiêre inrigtings slegs kan funksioneer indien hulle in staat is om genoeg studente met die gewenste profiel te werf (UP, 2002:10).

2.3.1 'n Toename in natuur- en skeikunde-leerders

'n Prioriteit wat onmiddellik aandag verg, is die verhoging in die aantal persone wat gradueer in die ingenieurs-, wetenskap- en tegnologiese velde volgens die sogenaamde kapasiteitsbou-beginsel (PU vir CHO, 2002:8). Volgens die bevindinge van die *Council on Higher Education* (CHE, 2000:18) het Suid-Afrika 'n striemende tekort aan gegradueerdes op die gebied van die wetenskappe:

Of some 75 000 graduates/diplomates...only 20 000 graduate in fields related to science, engineering and technology. These proportions may not be appropriate for the development challenges that face South Africa.

Daar is kommer dat die hoër onderwysstelsel nie die verlangde uitsette lewer nie (CHE, 2001:26):

However, it is clear that the size of the system has been relatively static since 1995. This indicates that Higher Education is not currently providing the required number and range of graduates needed to drive South Africa's development and its competitive engagement in the global economy.

Een van die sleuteluitdagings vir tersiêre inrigtings is dus om die aantal gegradueerdes en gediplomeerdes in hoëvlak vaardigheidsberoep te vermeerder. Die realisering van voorgenome doelstellings vereis dat kandidate in die wetenskap-, ingenieurs- en tegnologiese rigtings, waarvoor natuur- en skeikunde hoër graad 'n toelatingsvereiste is, moet verhoog (NDoE, 2001c:10; DoNT, 2003:71).

Drie hoofredes word verstrek vir die afname in die aantal studente inskrywings by tersiêre inrigtings (CHE, 2000:20):

First is the failure of the secondary school system to produce sufficient numbers of qualified school-leavers to meet the intake targets of the higher education system. Second is the failure of the public higher education system to sell itself to those school-leavers and mature students moving into private higher and further education sectors. Third is the failure of the public higher education to retain all students until they graduate.

Bostaande aanhaling beklemtoon die behoefte wat daar by die tersiêre inrigtings bestaan om voornemende studente te lok wat aan hulle standarde en toelatingsvereistes voldoen. Dat die huidige skoolstelsel nie daarin slaag om hierdie voorsieningvereistes te bewerkstellig nie, word duidelik uit die volgende bespreking.

Volgens die Nasionale Departement van Onderwys is daar is 'n kommerwekkende afname van, 559 000 tot 470 000 kandidate wat die Senior Sertifikaat eksamen geskryf het sedert 1997 (NDoE, 2003:3). Hattingh (2002:7) toon aan dat te midde van die euforie oor die styging van die nasionale matriekslaagsyfer van 57,9% in 2000 tot 61,7% in 2001, die gevaarligte begin te flikker oor die lae en dalende slaagsyfer in natuur- en skeikunde en wiskunde. Ten spyte van 'n verhoogde slaagsyfer van 76,4% vir natuur- en skeikunde in 2002 het slegs 16,2%, of te wel 24 888 leerders, landswyd natuur- en skeikunde op die hoër graad geslaag (DoNT, 2003:71).

Noukeurige ondersoek van Kahn (2001:12) se data dui daarop dat die slaagsyfer vir natuur- en skeikunde standaardgraad vanaf 1997 tot 2000 toegeneem het, maar dat die hoër graad syfer geleidelik afgeneem het. Kahn (2001:12) voer aan dat hierdie tendens toegeskryf kan word aan toenemende druk op die provinsiale onderwysdepartemente om die Senior Sertifikaat slaagsyfer te verhoog. Die gevolg hiervan is dat leerders aangemoedig word om vakke op die standaardgraad aan te bied en dit lei tot 'n verlaging in die aantal hoër graad kandidate. Ondanks 'n verhoogde natuur- en skeikunde nasionale slaagsyfer in 2002 in vergelyking met 2001, is daar spekulasie dat die aantal leerders wat die vak suksesvol aangebied het, skerp afgeneem het en dat minder leerders toegang tot tersiêre kursusse verkry het (The Sunday Times, 8 June 2003).

Tersiêre inrigtings het ook 'n groot behoefte daaraan dat die aantal studente uit histories benadeelde gemeenskappe, ter bevordering van 'n diverse studentegemeenskap soos voorgestaan deur die Ministerie van Onderwys, vermeerder moet word (NDoE, 1997c:5). Die realisering van hierdie behoefte is baie moeilik veral as in ag geneem word dat slegs 3 000 Swart leerders hoër graad eksamens slaag (Kahn, 2001:13). 'n Verdere kommer in hierdie verband is dat slegs 8 uit elke 100 Swart- en 19 uit elke 100 Kleurlingleerders hul

matriekeksamen in die verwagte twaalf jaar voltooi (Howie, 2002a:41). Laasgenoemde bring mee dat die aantal Swart- en Kleurlingleerders wat die matriekeksamen suksesvol aflê, nie die nasionale demografie reflekteer nie. Die tersiêre inrigtings se behoefte om 'n diverse studentegemeenskap te bevorder, word dus gekortwiek deur die gebrek aan geskikte kandidate.

Ockert (2002:2) dui op die gebrek aan matrikulante afkomstig vanuit historiese benadeelde gemeenskappe:

Daar is 'n nypende tekort aan matrikulante, veral uit onderwysbenadeelde skole, wat wiskunde, natuur- en skeikunde en rekeningkunde as vakke op hoër graad volg. Die gevolg is dat net 'n baie klein groepie histories benadeelde leerders toelating tot tersiêre inrigtings verkry om in skaars studierigtings soos natuurwetenskappe, toegepaste natuurwetenskappe en die ekonomiese- en bestuurwetenskappe te studeer.

Mackay (2003:7) wys op die behoefte van tersiêre inrigtings om hul toetredingsyfer van Swart studente te verhoog:

Key areas such as mathematics, science and technology are undersubscribed by Black students and there is a need to increase the pool of such people.

Jansen (2003) kom tot 'n soortgelyke afleiding en noem dat :

...less than 5 000 of these students who passed are so-called Africans, raising serious questions about our equity commitments.

Die Nasionale Departement van Onderwys neem kennis dat die skoolstelsel ontoereikend is om die gevraagde aantal Swart natuur- en skeikunde leerders wat tersiêre inrigtings betree, te vermeerder (NDoE, 1995:27):

The consequence is a dearth of Black students with science and mathematics qualifying for normal entry to higher education, fewer still continuing in mathematics and science-based programmes, and a trickle entering mathematics and science-based professional and technological fields in the economy. Mathematics and science programmes in universities and colleges therefore have a perennial shortage of high quality Black candidates in these subjects.

Die bostaande bespreking benadruk dat, alhoewel daar 'n behoefte is vir die vermeerdering van histories benadeelde studente wat in die natuurwetenskappe-, ingenieurs- en tegnologiese rigtings studeer, die aantal kandidate wat voldoen aan die toelatingsvereiste van die tersiêre inrigtings, egter kommerwekkend laag is. Hierdie tendens kan onder andere toegeskryf word aan die kwaliteit van die leer wat plaasvind by die leerders.

2.3.2 'n Verbetering in die kwaliteit van leer

Jansen (2003) is nie net besorg oor die kwantiteit van natuur- en skeikunde-leerders wat afneem nie, maar spreek ook sy bedenkinge uit oor die kwaliteit van hulle leer:

First, do not confuse the rise in the matriculation pass rate with a corresponding improvement in the actual quality of education at classroom level.

Pretorius (2003) het 'n soortgelyke mening:

However, the improvement in the national pass rate must lead one to ask questions about the quality of education in South Africa.

Dit is in ooreenstemming met Mackay (2001:3) se afleiding dat:

...students entering our universities and technikons have dropped in both quality and quantity.

Bostaande skrywer meen ook dat die huidige skoolstelsel nie die kwaliteit van leerder kan lewer wat aanvaarbaar is vir tersiêre studies nie. Ook Rademeyer (2003b) verwys na die onvoldoende voorbereiding van leerders wat tersiêre inrigtings betree:

Verskeie dosente aan technikons en universiteite met wie ek gepraat het, het gesê die gebrek aan basiese begrippe en konsepte by van die nuwelingstudente laat 'n mens jou hande saamslaan. 'n Dosent in die ingenieurswese aan een van die instellings het gesê hy is geskok deur eerstejaars wat die eenvoudigste berekenings nie kan doen nie en selfs nie met 'n liniaal kan meet nie.

Omdat die kwaliteit van die leerders wat tot tersiêre instellings toetree nie op standaard is nie, heers daar kommer (UP, 2002:67):

...spesifiek ten opsigte van hulle gereedheid vir universiteitstudie, veral met betrekking tot die peil van hulle wiskundige, natuurwetenskaplike en taalvermoëns.

Van Hamburg (1999:1) meld dat dit meebring dat:

...universiteite gekonfronteer word met probleme soos...toenemend swakker toegeruste voornemende studente wat toelating vra.

Voorgenoemde skrywer beklemtoon die behoefte van universiteite om studente in te neem wat aan die vereiste akademiese standarde voldoen, sodat hulle hul studies in die minimum tyd suksesvol kan voltooi, met ander woorde teen 'n maksimum deurvloeikoers.⁴ Aangesien daar van die tersiêre instellings verwag word om meer gekwalifiseerde studente te lewer, moet inisiatiewe soos oorbruggingskursusse geïmplementeer word om swakker kaliber studente te akkommodeer. Die uitdaging vir die hoër onderwysstelsel is dus om, ten spyte van

⁴ Deurvloeikoers: die tempo waarteen die studente hulle tersiêre kursusse suksesvol voltooi.

'n groot aantal studente wat met verskillende beginvlakke toelating verkry, kwaliteit uitsette te verseker.

Laugksch en Spargo (1999:432) toon aan dat leerders afkomstig uit histories benadeelde gemeenskappe veral leemtes rakende die kwaliteit van hulle wetenskaplike agtergrond het:

The most striking finding was that levels of scientific literacy of Coloured and African students...are progressively worse than the White students.

By tersiêre inrigtings is daar dus die verwagting dat die skoolstelsel die kwaliteit van natuur- en skeikunde-leerders, veral dié afkomstig uit voorheen benadeelde gemeenskappe, moet verbeter. Hierdie verwagting kan in 'n mate aangespreek word deur 'n gepaste kurrikulum wat spesifieke riglyne neerlê oor die kwaliteit van leer wat op skool moet plaasvind.

2.3.3 'n Toepaslike skoolkurrikulum wat vaardighede onderskryf

Die probleme wat eerstejaarstudente ondervind, word in 'n groot mate toegeskryf aan die ontoereikendheid van die tradisionele skoolkurrikulum, wat swaar steun op vakinhoud (Young, 2001:33). Lewin (1995:201) meld in dié verband dat:

Existing curricula reflect priorities that are not relevant to new needs, patterns of participation testify to systematic neglect of the science education of the mass of the population under apartheid.

Sanderson, Makawa-Mbewe en De Kock (2000:4) sluit hierby aan deur krities te noem dat:

Present high school science curriculums have not kept up with recent scientific and technology developments in the scientific and industrial world.

Volgens die TIMSS-R verslag (Howie, 2002b:21) skeep die nuwe Kurrikulum 2005 (K2005) ook basiese wetenskaplike beginsels af:

...an analysis of the interim curricula for these subjects revealed...the lack of major emphasis in science on knowing basic science facts and understanding science concepts. While most countries placed a major emphasis on this in the curricula documents, South Africa did not. Given South African pupils' apparent lack of basic science knowledge and understanding of science concepts, it is possible that this may also be a contributing factor to South African pupils' underperformance in science.

Die tersiêre inrigtings verlang dat die kurrikulum die leerders op skoolvlak sodanig voorberei dat hulle 'n goeie wetenskaplike grondslag van die teorie sal hê (UN, 2002:12; UP, 2002:87; US, 2003:5). Die vereiste is dat die kurrikulum leerders met die nodige vaardighede, soos byvoorbeeld intellektuele-, proses-, wetenskaplike- en kommunikasievaardighede, reeds op skoolvlak toerus, omdat dit hulle kan help met die vorming van die regte akademiese leerkultuur.

2.3.4 Bevordering van onderwysvennootskappe

Die tersiêre inrigtings is daartoe verbind om te help om die leemtes wat in skoolverlaters se kennis en vaardighede voorkom, aan te vul en so die kwaliteit van studente te verhoog en te help om kwaliteit werknemers met 'n hoë vaardigheidsvlak aan die industrie te lewer (NDoE, 2002b:1).

Net soos die industrie staan die tersiêre inrigtings ook noue samewerking tussen die rolspelers in wetenskaponderwys voor. Hierdie benadering van tersiêre inrigtings skakel in by die Nasionale Departement van Onderwys se inisiatief vir die hervorming van die tersiêre onderwyslandskap in verband met samewerking (CHE, 2000:22):

The key policy objective that must define the overall capacity (size) of the higher education system is the need to develop the high level and varied intellectual and conceptual knowledge, abilities and skills needed to meet the local, regional, national and international requirements of a developing democracy.

Die *National Plan for Higher Education* (CHE, 2001:40) onderstreep die behoefte om komplementêre vennootskappe tussen die hoër onderwysstelsel en industrie tot stand te bring:

There is a greater consciousness of the need to forge Higher Education-industry partnerships and there have been a number of successes in this regard.

Kraak (2000:27) stem met voorgenoemde saam:

...the key principle is the need for partnerships and co-operation. Partnerships enable trans-disciplinary, applications-driven and problem-solving research by putting together teams of knowledge practitioners from differing disciplinary and professional backgrounds.

Ten einde hierdie oogmerk te bevorder moet universiteite, volgens die Universiteit van Pretoria (UP, 2001:61):

...toepaslike alliansies en vennootskappe aktief bevorder en sluit met ander tersiêre instellings, die nywerheid, die regering en die informele sektor, sowel plaaslik as in die buiteland.

Die Universiteit van Kaapstad (2000:10) reageer so op die oproep tot wedersydse samewerking in die onderwys:

...we believe that we need to build relationships, establish credibility and engage widely across different partnership contexts in a continuous way...

Gesonde vennootskappe wat gebaseer is op goeie wedersydse kommunikasie tussen die tersiêre inrigtings en die skool is noodsaaklik vir die aanspreek van beide rolspelers se behoeftes. Deur sulke vennootskappe kan die tersiêre inrigtings byvoorbeeld die geleentheid kry om direk op skoolvlak betrokke te raak. Om laasgenoemde moontlik te maak, is die

daarstel van 'n goeie infrastruktuur deur die Nasionale Departement van Onderwys van kardinale belang. Dit beteken dat daar deur die Nasionale Departement van Onderwys wetgewing neergelê moet word oor hoe wedersydse betrokkenheid van rolspelers betrokke by onderwys asook befondsing geïmplementeer kan word.

2.3.5 Toenemende betrokkenheid by onderwysopleiding

Hanrahan (1996:22) meen dat swak voorbereide leerders wat tot tersiêre inrigtings toetree, die resultaat van onvoldoende onderrig op skool is:

The output of the advantaged sector is increasingly lacking in knowledge, skills and abilities. This problem is attributed to inadequate teaching in schools.

'n Soortgelyke mening word deur Mackay (2001:3) gehuldig:

The problem of underqualified or unqualified educators in the secondary school system, coupled with the shortage of teachers in critical areas has resulted in the drop in the level of preparedness for tertiary education.

Die tersiêre inrigtings besef dat bekwame en goed toegeruste onderwysers onontbeerlik is in 'n onderrigproses waarbinne die ontwikkeling van noodsaaklike vaardighede by leerders uitgebou en bevorder kan word. Hierdie verwagting gee aanleiding dat daar by tersiêre inrigtings 'n behoefte ontstaan om betrokke te raak by onderwyseropleiding (UP, 2002:67). Maree (1993:27) toon in die verband aan dat universiteite 'n waardevolle bydrae kan lewer ten opsigte van voorsiening van professionele kundighede en opleiding van onderwysers.

Die Universiteit van die Witwatersrand (Wits, 1999:2) toon byvoorbeeld dat daar definitief 'n behoefte is:

...to contribute to the production and upgrading of school teachers, particularly in English, Mathematics and Natural Sciences.

Die Universiteit van Pretoria (2002:67) is van mening dat:

Ten einde hierdie doelwit te bereik, behoort die Universiteit 'n breër, diepgaande program van interaksie met sekondêre skole te ontwikkel om die skole by te staan ten opsigte van...die opgradering van hulle onderwysers...

Deur laasgenoemde betrokkenheid het tersiêre inrigtings dus die vermoë om die kwaliteit van potensiële toetreders tot dié instansies te verhoog.

2.3.6 Opsomming

Tersiêre inrigtings se behoeftes sentreer om:

- die vermeerdering van die aantal leerders wat natuur- en skeikunde, veral op die hoër graad aanbied, sodat die eerstejaarstudente wat ingenieurs-, wetenskap- en tegnologiese kursusse betree, toeneem
- 'n toename van bogenoemde potensiële kandidate uit histories benadeelde gemeenskappe om diversiteit in hoër onderwys te bevorder
- die verbetering van die kwaliteit van natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak, sodat leerders kan voldoen aan die toelatingsvereistes en standaarde van die tersiêre inrigtings
- 'n meer toepaslike skoolkurrikulum wat leerders toerus met die gewenste vaardighede
- 'n groter, meer direkte rol te speel by onderwysopleiding en leerdervoorbereiding
- verhoogde betrokkenheid met ander rolspelers betrokke by onderwys.

2.4 DIE ONDERWYSDEPARTEMENT SE BEHOEFTE

Die post-1994 regering het 'n ongelyke, verdeelde en verkwistende onderwysstelsel geërf (Johnson, Monk & Hodges, 2000:179). 'n Omvattende en verreikende hervormingsplan is sedert 1995 stelselmatig ontplooi om dié onregmatighede van die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel reg te stel. Volgens Van Vuren en Henning (2001:79) het dié veranderinge ten doel gehad om onderwysinstellings van die apartheidsverlede te bevry: dit was 'n manier om sosio-ekonomiese transformasie te bevorder en terselfdertyd by te dra tot die regstelling van ongelykhede uit die verlede deur 'n sentraal-beheerde onderwysstelsel daar te stel.

Die nuwe Suid-Afrikaanse onderwysstelsel worstel egter nog steeds om onvoldoende en oneffektiewe onderrig aan Indiër-, Kleurling- en Swart leerders reg te stel, terwyl daar terselfdertyd ook gepoog word om die standaard van onderrig wat Blanke leerders vorige jare ontvang het, te handhaaf (Howie, 1999:200).

Die Nasionale Departement van Onderwys bevestig dat natuur- en skeikunde onontbeerlik is vir die groei van die Suid-Afrikaanse ekonomie, asook vir die welstand van die samelewing, maar dat die toepassing daarvan veel verder as dit strek (NDoE, 2002a:1):

The physical sciences form the basis of many technologies that we take for granted; from the homes we live in, to the food we eat, the clothes we wear, the materials we use, to computers and other information technologies. There is every reason to expect that the physical sciences will make more of an impact on our lives as we move into the twenty-first century.

Ten spyte van insiggewende onderwyshervorming om natuur- en skeikunde te bevorder, is daar 'n krisis om die verwagte uitsette rakende hierdie vak te lewer (Muwanga-Zake, 2001:1). Daar is kommer dat daar nie genoegsaam aandag geskenk word aan natuur- en skeikunde-onderwys nie (NRF, 2002:3):

South Africa now has a comprehensive science and technology policy, although there is concern that it lacks specific consideration concerning science and mathematics education.

Die *National Strategy for Mathematics, Science and Technology Education* (NDoE, 2001c) is 'n drieledige strategie om hierdie probleem aan te spreek. Dit omskryf duidelik die Nasionale Departement van Onderwys se behoeftes ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderwys en stel ook 'n aksieplan bekend om aan die ander hoofrolspelers se verwagtinge in dié verband, te voldoen. Hierdie behoeftes sal vervolgens bespreek word.

2.4.1 Verhoogde toename en prestasie van natuur- en skeikunde-leerders

Ngubane (2002:2) meld dat die Nasionale Departement van Onderwys kennis neem van die tekort aan goed voorbereide natuur- en skeikunde-leerders:

...the government is painfully aware of the need for the feeder system into universities to produce learners who are grounded in mathematics and science, more specifically Higher Grade mathematics and science for those intending to pursue careers in science, engineering and technology.

Een van die kritieke behoeftes van die Nasionale Departement van Onderwys is om die aantal Senior Sertifikaat leerders in wiskunde en natuur- en skeikunde te vermeerder (NDoE, 2001c:15):

...an adequate supply of Grade 12 graduates with mathematics and science is needed to enter higher education.

'n Primêre dryfkrag van die Nasionale Departement van Onderwys is om die deelname en prestasie van veral histories benadeelde leerders in Senior Sertifikaat natuur- en skeikunde en wiskunde te vermeerder (NDoE, 2001c:14):

The policy of specialisation in mathematics and science is crucial to address the current low levels of achievement and output of especially historically disadvantaged learners in the system.

Daar word verskeie redes aangevoer vir die swak deelname en prestasie van Swart natuur- en skeikunde-leerders (NDoE, 1995:27):

The attrition of science and mathematics students in Black schools is a special case of the broader problems of student retention, teacher preparation, inadequate

facilities and materials, inadequate guidance on curriculum choice, and examination strategy.

Soos reeds aangetoon (sien §2.3.1), is daar ten spyte van 'n verhoogde inname van Senior Sertifikaat natuur- en skeikunde-leerders 'n aantal belangrike tendense wat rede tot kommer bied:

- Die aantal leerders wat vir hoër graad inskryf, daal dramaties, alhoewel die slaagpersentasie bykans onveranderd bly (NDoE, 2001c:12).
- Daarenteen neem die aantal leerders wat standaardgraad aanbied skerp toe; Kahn (2001:12), Mackay (2001:3) en Taylor (2001:7) insinueer dat die oorsaak hiervan is dat swakker kwaliteit leerders ontmoedig word om natuur- en skeikunde op hoër graad aan te bied.
- Die getal Swart kandidate wat deelneem en sukses behaal, is kommerwekkend laag; slegs 3 128 of te wel 'n skamele 0.78% van die totale getal Swart kandidate het Senior Sertifikaat natuur- en skeikunde op die hoër graad in 2000 geslaag.
- Die gekombineerde deelnamekoers en slaagsyfer van Swart leerders wat natuur- en skeikunde op hoër graad aanbied, is 'n skrale 4% in vergelyking met nie-Swart minderheidsgroepe (Kahn, 2001:13)
- Die verskil tussen die provinsies rakende die inname en prestasie van Senior Sertifikaat kandidate is opvallend. Laasgenoemde kan gedeeltelik toegeskryf word aan, eerstens, die plaaslike (provinsiale) wetgewing rakende kandidate se toetrede vir matrikulasie endossement en, tweedens, die verskille in die kwaliteit van die kurrikula. (NDoE, 2001c:12).
- Alhoewel die Senior Sertifikaat inskrywingsverhouding 52:48 manlik tot vroulik is, is die deelname van vroulike leerders in natuur- en skeikunde onderverteenvoerdig en is hulle prestasie in die vak ook aansienlik laer (Asmal, 2003).
- Blanke leerders ontvang histories sowel as tot op hede oor die algemeen 'n beter gehalte van onderrig as ander bevolkingsgroepe (Howie, 1999:202; Van der Berg & Burger, 2002:2).

2.4.2 Ondersteuning van die uitkomsgebaseerde kurrikulum

Daar is reeds melding daarvan gemaak dat die industrie en tersiêre inrigtings verwag dat die Nasionale Departement van Onderwys natuur- en skeikunde-leerders sal blootstel aan 'n kurrikulum wat die ontwikkeling van vaardighede en begrip bevorder (sien §2.2.4 en §2.3.6). Om aan dié verwagting te voldoen is die Nasionale Departement van Onderwys tans besig

met die implementering van die nuwe Nasionale Kurrikulum (K2005) wat gebaseer is op die konsep van uitkomsgebaseerde onderwys (UGO).

Die UGO-benadering kan, indien dit suksesvol in die skoolstelsel geïmplementeer word, 'n belangrike rol speel by die beter voorbereiding van die leerders om aan die eise van die werksplek te voldoen omdat dit nie net op die toename van algemene inligting fokus nie, maar ook op die koöperatiewe ontwikkeling van leerders se vermoëns, bevoegdheide, bekwaamhede en uiteindelijke leeruitkomste (Maree *et al.*, 2002:220).

UGO beskou die onderrigproses as 'n interaktiewe proses tussen leerders as sentrum en onderwysers as fasiliteerders (Spady, 1994). Die suksesvolle implementering van die *Nasionale Kurrikulum vir Natuur- en Skeikunde* belooft om leerders toe te rus met die nodige kennis en vaardighede om in 'n globale ekonomie te kan kompeteer (NDoE, 2001a:1). Dit bring mee dat die Nasionale Departement van Onderwys die samewerking van beide leerders en onderwysers verlang om die Nasionale Kurrikulum, met UGO as basis, suksesvol te kan implementeer.

Onderwysers moet dus heeltemal vertrouwd wees met die UGO-benadering om dit met begrip in die klas te kan fasiliteer (Asmal, 1999:10). Dit beteken dat daar van die onderwyser verwag word om die nodige opleiding te hê sodat hy in staat sal wees om die oorgang van die tradisionele- na die nuwe kurrikulum te kan hanteer (Asmal, 2003:1):

We need to equip teachers individually and collectively to act as champions of this process of change. That is the real test of our transformation agenda.

Van die onderwysers word verwag om entoesiasies oor natuur- en skeikunde as vak te wees, bekwaam te wees om die vak op 'n interessante manier te onderrig, 'n goeie begrip van die vak te hê asook vertrouwd te wees met verskillende wyses om leer doeltreffend in die klas te laat plaasvind. Osborne en Collins (2000:28) dui in dié verband aan dat onderwysers se ingesteldheid en die onderrigstrategieë leerders positief of negatief ten opsigte van hierdie vak kan beïnvloed.

2.4.3 Vermeerdering en versterking van natuur- en skeikunde-onderwysers

Onderwysers staan sentraal tot die sukses van UGO en die doelwitte van die Nasionale Kurrikulum (NDoE, 2001e:1). Mangena (2002:2) beskou die onderwyserkorps as die dryfkrag agter enige onderwysstelsel wat wetenskap- en tegnologie-onderrig benadruk:

All other factors being equal, the quality and dedication of the educators determines the success or failure of an education system.

Asmal (2003:1) beklemtoon die belangrikheid van wetenskaponderwysers in die onderrigproses:

As teachers, you have a unique and significant contribution to make in addressing the challenges that confront us. You should always remember that you are making history and that your role, that of shaping these young minds, has a direct bearing on the future prosperity of our country.

Die verbetering van leerders se prestasie in natuur- en skeikunde word belemmer deur (NDoE, 2001c:12):

- 'n onderverskaffing van gekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers
- 'n tekort aan finansiële ondersteuning om matrikulante op te lei as onderwysers wat gekwalifiseerd is in wiskunde, wetenskap en tegnologie
- ondergekwalfiseerde- en ongekwalfiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers.

Bogenoemde skep 'n behoefte vir die Nasionale Departement van Onderwys om die aantal bekwame natuur- en skeikunde-onderwysers te vermeerder.

Daar is 'n geskatte tekort van 8 200 wetenskaponderwysers in Suid-Afrika (NDoE, 2001c:12). Die probleem word vererger deur onderwysers wat as gevolg van rasionalisering of ander redes die skoolstelsel verlaat (Howie, 2002b:5):

...there was virtually no money left for resources such as textbooks, equipment and building new facilities. This led to teacher retrenchments and redeployments starting in 1995. Ultimately, many teachers left the teaching profession, including many well-educated and experienced teachers in critical areas such as mathematics and science.

Howie (2002b:19) wys daarop dat Suid-Afrikaanse natuur- en skeikunde-onderwysers nie in die onderwysstelsel behou word nie. Die retensiekoers van natuur- en skeikunde-onderwysers bo veertig jaar is slegs 12%.

Muwanga-Zake (2001:8) meen dat die tekort aan Swart wetenskaponderwysers dringend aandag moet geniet:

The number of Black science educators is of great importance, because more are needed in the often Black overcrowded classrooms, because of language and cultural issues...

Die klein persentasie van leerders wat natuur- en skeikunde en wiskunde op die hoër graad slaag, het 'n direkte invloed op die vermoë van die onderwysstelsel om gekwalifiseerde wiskunde- en wetenskaponderwysers te lewer (Soltynski, 2002:42). Daar is 'n algemene tendens dat leerders wat dié vakke goed slaag, verkies om liewer in 'n wetenskaprigting as in

die onderwys te studeer (Muwanga-Zake, 2001:6). Gevolglik tree baie min leerders tot onderwyseropleidingsprogramme toe. Dit veroorsaak 'n onrusbarende tekort aan bekwame natuur- en skeikunde-onderwysers en derhalwe het daar 'n behoefte ontstaan om strategieë te ontwikkel wat as aansporing kan dien sodat goeie gehalte leerders bereid sal wees om hulle in die wiskunde- en wetenskaponderwys te laat bekwaam (NDoE, 2001c:19):

There is a need to develop strategies for attracting, recruiting and selecting learners that have obtained good marks in mathematics and science to train as educators at higher education institutions.

Die tekort aan goeie wiskunde- en wetenskaponderwysers is die gevolg van redelik min natuur- en skeikunde-leerders wat uiteindelik kies om onderrig in hierdie vakke as 'n loopbaan te volg. Die gevolg is 'n "vicious circle" van onderverskaffing van onderwysers in dié studieveld (NDoE, 2001c:13). Dit bring mee dat baie sekondêre skole, veral in historiese benadeelde gemeenskappe, nie die vermoë het om natuur- en skeikunde aan te bied nie (Howie, 1999:203). Diegene wat wel geïnteresseerd is om as natuur- en skeikunde-onderwysers opgelei te word, ondervind in baie gevalle 'n probleem met die nodige finansiële ondersteuning om by tersiêre instelling te studeer (Beute en Mvalo, 2000:4). Dit, op sy beurt, noodsaak strategieë om diegene wat verkies om hulle as natuur- en skeikunde-onderwysers te bekwaam, geldelik te ondersteun.

Een van die grootste probleme wat in natuur- en skeikunde-onderwys ondervind word, is dat die meeste onderwysers wat die vak onderrig, ongekwalfiseerd of ondergekwalfiseerd is (Beute & Mvalo, 2000:4; Mangena, 2002). Terwyl 84% van wetenskaponderwysers wel as onderwysers gekwalfiseerd is, is slegs 42% opgelei om wetenskap te onderrig (Van der Berg, 2001b:6). 'n Onrusbarende 60% van alle wetenskaponderwysers in sewe van die nege provinsies in Suid-Afrika is ondergekwalfiseerd. Die uitsonderings is die Wes-Kaap en Gauteng (Beute & Mvalo, 2000:4).

Dit is ook so dat natuur- en skeikunde-onderwysers oor die algemeen min ervaring van vakonderrig het (NDoE, 2001c:12). Meer as 40% van Suid-Afrikaanse natuur- en skeikunde-onderwysers het minder as twee jaar ondervinding van onderrig in dié vak (Howie, 1999:209).

Dit blyk ook dat wetenskaponderwysers nie altyd oor voldoende tersiêre opleiding beskik nie (NRF, 2002:3):

Research has shown that schools lack adequately qualified STME educators, and that there is some indication of poor preparation during their undergraduate and postgraduate training...

Die Nasionale Departement van Onderwys het 'n behoefte, aan en verwelkom, programme wat onder- en ongekwalfiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers kan toerus met die nodige

kennis en vaardighede (NDoE, 2001c:20). Beute en Mvalo (2000:7) reken dat al die rolspelers in onderwys moet saamwerk aan onderwyseropleiding:

There is a need to strategize and for all role-players to work together to equip the teaching force with all the skills that are needed in today's world.

Asmal (2001b:8) wys dat die volgende probleme met onderwyseropleiding ondervind word:

- sistematiese ondersteuning vir onderwysers bestaan feitlik nie
- daar is 'n tekort aan goeie gehalte programme waardeur onderwysers se groei en ontwikkeling bevorder, kan word
- die rol van tersiêre inrigtings in die daarstelling van 'n duidelike verwantskap tussen onderwysnavorsing, besinnende aksie, teorie en professionele vereistes is ook vaag.

Dit is die verantwoordelikheid van tersiêre instellings en NROO's om toe te sien dat sogenaamde opgraderingsprogramme geïmplementeer word (NDoE, 2001c:19):

...tertiary institutions and NGOs will have to play a far more active role in improving the knowledge and skills of educators currently in the system, as well as those of future trainees. They should develop rigorous new programmes for educator preparation, strengthening both subject matter expertise and pedagogical mastery.

Die Nasionale Departement van Onderwys verlang egter dat sulke programme gekoördineer word (Asmal, 2001b:7):

The need for a coordinating system in this area of our work is critical to ensure that the education reform agenda is comprehensive, coordinated and complementary.

2.4.4 'n Gebrek aan geskikte fasiliteite en onderrighulpmiddels

Die meeste skole wat natuur- en skeikunde aanbied, het ernstige tekorte rakende fasiliteite en toerusting om effektiewe leer en onderrig te bevorder (NDoE, 2001c:13). Dit veroorsaak dat wetenskaponderrig beperk word tot die teoretiese vlak, sonder enige eksperimente wat die verstaan en toepassing van kennis versterk. Onderwysers en veral leerders voel sterk dat effektiewe leer gestrem word deur onvoldoende fasiliteite. Hulle behoeftes daaromtrent word later meer in detail bespreek (sien §2.5.2 en §2.6.2). In baie gevalle word swak leer verbind met ontoereikende fasiliteite (Ware, 1999:6).

Dit is veral skole verteenwoordigend van histories benadeelde gemeenskappe wat ondervoorsien is wat fasiliteite en toerusting betref (Howie, 1999:200; Van der Berg, 2001b:13). Toestande in baie Suid-Afrikaanse skole is tipies van ontwikkelende lande en word gekenmerk deur 'n gebrek aan basiese dienste (Howie, 1999:201):

In 24 percent of the country's schools there is no running water within walking distance. Sixty-seven percent of the schools have no electricity and, in most

provinces, between 50 and 80 percent of the schools have no telecommunications; 13 percent of the schools have no toilets. Many schools have a serious shortage of classrooms and, of these, many are in an uninhabitable condition.

Die Nasionale Departement van Onderwys noem dat daar oor die algemeen 'n tekort aan wiskunde- en wetenskaphulpbronne is (NDoE, 2001c:15):

...good mathematics and science teaching is expensive and the necessary resources (qualified and competent educators, well-resourced laboratories and libraries) are scarce...

Ook Howie (1999:203) wys daarop dat daar in natuur- en skeikunde-onderwys 'n behoefte aan geskikte fasiliteite is:

...there is still inadequate funding of school mathematics, science, and technology-based subjects. Recent studies show a real need for well-equipped laboratories, workshops, and libraries.

...between 22 and 75 percent of schools (depending on province) did not have physical science laboratories.

Die Nasionale Departement van Onderwys besef dat gelyke, sowel as kwaliteit onderrig slegs in goed toegeruste skole moontlik is (Asmal, 1999:9). Ten spyte van die Nasionale Departement van Onderwys se pogings om hierdie uitdaging te vermag, veral deur herverspreiding van hulpbronne in die skoolstelsel, is daar in baie skole nog 'n behoefte aan basiese dienste soos elektrisiteit, sanitasie en telekommunikasie (Taylor, 2001:13).

Skoolbesteding het vir die tydperk vanaf 2000 tot 2003 met 10% gestyg en daar word voorspel dat dit teen 'n soortgelyke koers in die komende jare sal toeneem (DoNT, 2003:72). Omdat die Nasionale Departement van Onderwys 'n beperkte begroting het, ondervind hulle derhalwe 'n geldnood en word daar 'n beroep op die industrie gedoen om ondersteuning te verleen. Hierdie ondersteuning hoef egter nie noodwendig finansieel van aard te wees nie (Asmal, 2001:2):

These interventions need not only be in a financial form, but could also be in kind, through the direct provision of enabling technologies. Since we have a number of remote schools that do not have water, electricity and connectivity, technological solutions can be developed to provide a renewable energy means of electrification. Other possibilities include Internet connectivity via satellite systems.

2.4.5 Verhoogde rolspelerbetrokkenheid by onderwys

Verskeie meningsvormers is dit eens dat die gehalte van onderwys verbeter kan word deur die samewerking van alle belanghebbendes in onderwys (Du Plessis, 1993:74; Pretorius, 1995:109; Heystek & Louw, 1999:21; Beute & Mvalo, 2000:7).

Die Nasionale Departement van Onderwys stel dit so (NDoE, 2001e:44):

...a high quality education sector cannot be built by government alone, but depends upon creative and dynamic partnerships between the public sector, civil society and international partners.

Die Suid-Afrikaanse Ministerie van Onderwys (NDoE, 1995:14) beywer hom sterk vir samewerking tussen verskillende rolspelers in onderwys:

It is now the joint responsibility of all South Africans who have a stake in the education and training system to help build a just, equitable, and high quality system for all the citizens, with a common culture of disciplined commitment to learning and teaching.

Binne die huidige veranderende situasie in die onderwys vind tradisionele onderwysvennote soos die skool, gesin en staat dat dit toenemend al moeiliker word om vol te hou met die verwagte gehalte van onderwysondersteuning. Aspirant belanghebbendes soos plaaslike gemeenskappe, die privaatsektor, vakbonde, die media en leerders wat al hoe meer op aanspraak in toekomstige vennootskappe aandring, maak dit egter moontlik dat daar steeds ondersteuningsgroepe by onderwysdoelstellings betrokke sal wees.

Die Nasionale Departement van Onderwys beklemtoon dat hulle nie sonder die samewerking van al die rolspelers betrokke by onderwys die uitdagings van die nuwe onderwysbenadering suksesvol kan hanteer nie (NDoE, 2000a:1):

As government, we can achieve little without partnership, support, commitment and the contribution of all stakeholders. This is the essence of Tirisano – Working Together!

Die Tirisano-prioriteitsplan poog om al die belanghebbendes betrokke by onderwys te motiveer om saam te werk aan 'n gemeenskaplike visie om belangrike onderwysgrondslae te versterk.

Gaum (2002:4) meen dat onderwysvennootskappe die sukses van toekomstige onderwys sal bepaal:

Die antwoord, die sleutel tot die toekoms, lê opgesluit in vennootskappe - vennootskappe tussen ons regering, ons opvoeders en ons skole, vennootskappe tussen ons skole, ons OBOS'se en met Hoofkantoor, vennootskappe tussen skole onderling, en van uiterste belang, al hoe meer vennootskappe tussen die samelewing, insluitend die privaatsektor, en die onderwys.

Howie (1999:213) huldig 'n soortgelyke standpunt:

It is believed that only a comprehensive, strategic, and collaborative national effort can hope to meet the challenges that South Africa faces in the reformation of science education.

Asmal (2001a:2) lê besondere klem op die rol van die privaatsektor in onderwysondersteuning:

It is quite obvious that to achieve our aims of a good quality education system, we need the support of the private sector.

Die klem wat daar op die ondersteuning van die privaatsektor val, kan moontlik toegeskryf word aan die aansienlike geldelike bydrae wat die privaatsektor sou kon maak, veral ten opsigte van die bevordering van wiskunde- en wetenskaponderrig (NDoE, 2001c:21):

In the past, the private sector has demonstrated a willingness to support the improvement of learner participation and performance in mathematics and science. Private sector contributions have come in the form of bursaries and the supply of learning support materials (including equipment). This support must be encouraged and channeled towards targeted institutions that can demonstrate success.

Laasgenoemde dui op 'n moontlike behoefte om dié tipe van die ondersteuning vol te hou.

Die samewerking van die privaatsektor is ook belangrik as in ag geneem word hoe baie dit kan bydra om die onderwysnood rakende vaardige toetreders tot tersiêre inrigtings en die industrie te verlig (Howie, 2002b:24):

Greater collaboration within and between government and the private sector will be required to optimise energies and resources. This is urgently needed to increase the number of pupils with the adequate and well-founded knowledge and skills in these subjects to create a critical mass of matriculants able to move into higher education, business and industry in the short, medium and long term.

Nie-regeringsonderwysorganisasies (NROO's) speel 'n kritieke rol in leerderprestasie en -ondersteuning, en die Nasionale Departement van Onderwys verlang hulle voortgesette betrokkenheid by wetenskaponderwys (NDoE, 2001c:21):

Professional organizations have played a critical role in supporting educators to improve learner achievement. The support and participation of mathematical, scientific and technical communities will continue to be crucial in the realisation of our objectives.

Die Nasionale Departement van Onderwys verlang egter dat daar 'n effektiewe, goed-gekoördineerde en geïntegreerde stelsel gevestig moet word om sulke gesamentlike onderwysvennootskappe te bestuur (Ngubane, 2002:1).

2.4.6 Uitgebreide navorsing oor natuur- en skeikunde-onderwys

Teen die agtergrond van al die noemenswaardige veranderinge en transformasie wat sedert 1994 in die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel plaasgevind het, blyk dit dat daar nog steeds sekere uitdagings in die onderwys is, veral rondom natuur- en skeikunde. Gestruktureerde

navorsing op hierdie gebied kan 'n betekenisvolle bydrae lewer tot die aanspreek van verskeie knelpunte in die vakgebied (NRF, 2002:3).

Die Nasionale Departement van Onderwys verlang dat navorsing oor die volgende areas uitgevoer moet word om natuur- en skeikunde-onderwys te ondersteun (NDoE, 2001c:22):

- die identifisering en analise van redes vir die laer deelname en onderprestasië van vroulike leerders in wiskunde, wetenskap en tegnologie
- die gebruik en toepassing van inheemse kennisstelsels in die leer- en onderrig van wiskunde, wetenskap en tegnologie
- navorsingsprojekte wat handel oor die onderwysbeleidsverandering van wiskunde, wetenskap en tegnologie
- verdere navorsing oor histories benadeelde skole wat in wiskunde en wetenskap presteer, sowel as hulle verspreiding en verbintenis met tersiële inrigtings
- algemene navorsing oor aspekte (insluitend die rol van taal, geslag, ras, omgewingsleer en kurrikulummodelle) wat kurrikulumveranderinge in wiskunde, wetenskap en tegnologie kniehalter
- 'n verlengde studie van vyf tot tien jaar wat die sukses van die intervensies wat deur die *National Strategy for Mathematics, Science and Technology Education* geïmplementeer is, volg.

2.4.7 Opsomming

Die Nasionale Departement van Onderwys wat die middelpunt van die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel is, het die volgende behoeftes rakende natuur- en skeikunde-onderwys:

- verhoogde toename en prestasie van leerders, veral histories benadeelde leerders in Senior Sertifikaat natuur- en skeikunde en wiskunde
- samewerking van die onderwysers, leerders en ander rolspelers om die uitkomsgebaseerde Nasionale Kurrikulum (K2005) suksesvol te implementeer
- vermeerdering en versterking van natuur- en skeikunde-onderwysers
- voorsiening van verbeterde en voldoende fasiliteite en onderrighulpmiddels aan skole
- verhoogde gekoördineerde en effektiewe betrokkenheid van rolspelers by onderwys
- uitgebreide navorsing oor natuur- en skeikunde-onderwys.

2.5 ONDERWYSERS SE BEHOEFTE

Onderwysers is van onskatbare waarde in die ontwikkeling van leerders se begrip, ingesteldheid, leer en vaardighede (Ware, 1999:5-6). Onderwysers speel 'n sleutelrol in die onderrigproses, daarom is hulle bekwaamheid en toewyding bepalend in enige poging om onderwys te verbeter (Stoll, 1999:503):

Nothing or no-one is more important to school improvement than a teacher.

Ware (1999:9) beklemtoon die rol van onderwysers in die onderrigproses as volg:

It is wishful thinking to believe that better quality textbooks, programmed kits, and educational technology (TV, radio, computer, the Internet, and the like) can do the job of a highly educated, well motivated teacher.

Soudani, Sivade, Cross en Medimagh (2000:65) brei hierop uit. Hulle sê dat van onderwysers verwag word om 'n beter begrip van die vakinhoudelike te ontwikkel, omdat laasgenoemde 'n groot rol speel in die manier waarop die vak onderrig word. Ehlers (1999:2) bevind dat onderwysers wat nie voldoende begrip van die inhoud het nie, probleme ondervind om die vakinhoud doeltreffend aan die leerders oor te dra en ook om die toepassing van die teorie in die praktyk te verduidelik. Nelson (1998:23) en Ratcliffe (1998:57) huldig 'n soortgelyke standpunt en is van mening dat dit die onderwyser se verantwoordelik is om vir leerders die verband tussen die teorie wat in die klas gedoen word en die toepassing daarvan in die alledaagse lewe aan te toon.

Baie onderwysers, veral die wat ongekwalifiseerd is en dié wat nie goed voorberei is nie, kan nie hierdie taak wat aan hulle opgelê is, na behore uitvoer nie. Die gevolg is dat sulke onderwysers wat meesal verteenwoordigend van die Swart bevolking is, hulle dikwels wend tot ongewenste praktyke of maniere waarop hulle die werk aan die leerders oordra (NDoE, 1999a:33):

Too many teachers, especially in Black schools serving poor Black communities, have inadequate conceptual knowledge of the subject they teach and command insufficient professional expertise to enable them to advance in their craft.

Grové (1999:113) is van opinie dat Suid-Afrikaanse onderwysers ook toenemend met 'n moeiliker onderwysscenario gekonfronteer word:

In many places, one has to admit, especially countries like South Africa, life is becoming progressively more difficult for teachers. In the past, the teacher could focus on doing her job; that is, teaching. Nowadays, the teacher is faced with a myriad of other tasks, responsibilities and bureaucracy.

Howie (1999:209) voeg hierby dat Suid-Afrikaanse wiskunde- en wetenskaponderwysers verskeie onderwysprobleme in die gesig staar:

...South African teachers are suffering from low morale related to many factors, including the uncertainties associated with the changes and reform in education, low and delayed salaries, threats of retrenchment, re-deployment, lack of confidence, unmotivated and ill-disciplined students, no support staff, and a lack of teaching materials.

Daarbenewens stel die nuwe kurrikulum, wat reeds stelselmatig geïmplementeer word, nuwe eise aan onderwysers. Daar word van hulle verwag om dié nuwe benadering sonder voldoende opleiding na die beste van hulle vermoë te implementeer (Beute & Mvalo, 2000:6).

2.5.1 Opleiding spesifiek ten opsigte van die UGO-onderrigbenadering

Die negatiewe invloed van onder- en ongekwalfiseerde onderwysers op natuur- en skeikunde-uitsette is reeds in §2.4.3 bespreek. Onderwysers besef hulle is, as gevolg van 'n gebrek aan opleiding en ondervinding, nie opgewasse vir hul taak nie (Howie, 2002b:20):

On the whole, about half of the teachers reported feeling ill prepared to teach the content of either the mathematics or the science curriculum. On inspection of the qualifications and experience of these teachers, this is not surprising. There appear to be few teachers with significant experience...

Die gevolg is dat wiskunde- en wetenskaponderwysers in Suider-Afrika se grootste behoefte sentreer rondom hul professionele opleiding-, ontwikkeling- en ondersteuning (de Feiter, Vonk, & van den Akker, 1995:33). De Feiter *et al.* (1995:61) wys daarop dat dit algemeen aanvaar word dat die professionele ontwikkeling van onderwysers tot verbeterde leer sal lei:

...it has become more apparent that teachers play a crucial role in the improvement of the quality of education, it is inevitable to pay substantial attention to teacher development.

Lewin (2000:28) huldig 'n soortgelyke mening:

Many studies suggest that more qualified and experienced science teachers are associated with higher levels of achievement in science more often than not.

Van der Berg en Burger (2002:20) se bevindinge, wat toon dat daar 'n positiewe korrelasie tussen die bekwaamheid van Wes-Kaapse onderwysers en -skoolprestasie is, verleen ondersteuning aan bogenoemde standpunte.

Die nuwe UGO-benadering wat meer klem lê op die leerproses, houdings, gesindhede en die ontwikkeling van vaardighede vereis dat onderwysers moet aanpas by die uitdagings wat die stelsel aan hulle stel (Newstead & Bennie, 1999:25). Asmal (1999:10) benadruk dat

voldoende onderwyseropleiding noodsaaklik is om die sukses van K2005, met UGO as basis, te verseker:

Daar word ten volle beseft dat die sukses van die implementering van die nuwe benadering geheel en al afhang van die mate waarin onderwysers behoorlik voorberei is om dit met begrip te fasiliteer...

Aangesien die meeste onderwysers tot taamlik onlangs nog nie juis in hul opleiding voorberei was ten opsigte van die vereistes wat UGO aan hulle stel nie (Howie, 2002a:45), bestaan daar 'n groot behoefte aan opleiding (verwys na §2.4.2). Howie (2002b:20) het bevind dat ongeveer die helfte van onderwysers voel, as gevolg van gebrekkige voorbereiding tydens hul opleiding, hulle nie voldoende toegerus is om die inhoud van die wetenskapkurrikulum aan te bied nie. Dit is veral die onder- en ongekwalfiseerde onderwysers wat sukkel met die implementering van die UGO-model (Howie, 1999:209):

There is a serious concern among educators in South Africa that the underqualified or unqualified teachers will not be able to implement the new Curriculum 2005.

Maphai, Wedepohl en Howie (1996) stem hiermee saam:

...one cannot expect underqualified teachers to implement a new curriculum that incorporates the most modern teaching philosophies.

Howie (2002a:45) staan ook krities teenoor die implementering van K2005:

...C2005 was attacked from many quarters...primarily because of the anticipated difficulty of implementing it in a system with so many under-prepared and under-qualified teachers.

SADTU (2000:1) huldig egter 'n ander standpunt deur te noem dat die aanvanklike mislukking van die implementering van die UGO-stelsel eerder toegeskryf kan word aan swak onderwyseropleiding en 'n gebrek aan die nodige ondersteuning:

Most importantly, what runs through the report is that teachers are to blame for the failure of OBE. This ignores the real conditions under which our members work; the lack of support, learning materials and inadequate training have not been given sufficient attention as primary factors for the barriers experienced with implementation.

Volgens Chisholm (2000:4-5) wat 'n studie gedoen het oor die implementering van K2005 is dit noodsaaklik dat die volgende behoeftes van onderwysers aangespreek moet word om hulle te help om die UGO-benadering te kan bemeester.

- 'n Gebrek aan onderwyshulpmiddels.

Onderwysers het getoon dat hulle ywerig is om K2005 te implementeer, maar dat hulle dit slegs onbepaald kan bevorder met behulp van die nodige ondersteuning byvoorbeeld

leersteunmateriaal, opleiding en fasiliteite. Onderwysers het veral 'n dringende behoefte aan voorbeeldleer- en onderrigsteunmateriaal.

- Onvoldoende opleiding.

Alhoewel die meeste onderwysers een of ander vorm van opleiding ontvang het, word opleiding dikwels beskou as onvoldoende, oppervlakkig en in sommige gevalle as ontoepaslik. Die meeste onderwysers het 'n behoefte aan opleiding wat minder teoreties is, maar meer prakties van aard is.

- 'n Oorbelaai kurrikulum.

Daar is kommer dat die huidige pas van verandering in die onderwys, en voortdurende verandering in opvoedkundige metodes en beleid mag lei tot verder verwarring, oorlading en uiteindelik oorwerkte onderwysers. Die gevolg is 'n behoefte by onderwysers dat die verskillende gedeeltes van die huidige onderwysbeleid deegliker geïntegreer en gekoördineer sal word.

2.5.2 'n Behoefte aan toerusting en fasiliteite

Net soos die Nasionale Departement van Onderwys (sien §2.4.4) dui onderwysers ook op die gebrek aan die nodige onderrighulpmiddels (Howie, 2002b:22):

...they felt that instruction in mathematics and science was seriously hampered by a shortage of materials, equipment and facilities.

Dit word algemeen verkondig dat skoolomgewings waar daar 'n gebrek aan fasiliteite en toerusting is, veroorsaak dat onderrig gedemotiveer word (Wilkinson *et al.*, 1995:152; Thulstrup, 1999:113; Bradley, 2000:2). Van der Berg en Burger (2002:27) het bevind dat swakker toegeruste skole, wat meesal die histories benadeelde leerders bedien, oor 'n wyer front baie swakker as goed toegeruste skole vaar.

Taylor (2001:15) en Van der Berg (2001b:16) betwis egter die standpunt dat die voorsiening van bykomende onderrighulpmiddels noodwendig tot verbeterde leer sal lei. Asmal (2000:4) bevraagteken ook die nodigheid van byvoorbeeld skoollaboratoriums:

Having a practical laboratory is fine, but how essential is it and what to do in its absence? I offer this provocative question not to evade our responsibilities toward school provisioning, but with the knowledge that there are many schools that succeed in science teaching despite operating under harsh conditions.

Muwanga-Zake (2001:2) dui aan dat, alhoewel onderwysers beweer dat 'n gebrek aan wetenskaptoerusting en laboratoriums hulle verhoed om wetenskap prakties te onderrig, daar bewyse is dat hulle intendeel nie die nodige praktiese vaardighede besit of die wetenskaplike

begrippe verstaan wat hulle veronderstel is om te onderrig nie. Vir 'n soortgelyke rede voer hy aan, word wetenskaponderrigmiddels nie aangewend nie:

Teachers occasionally reported and showed reservation of touching equipment lest these were damaged, whilst others expressed fears of attempting experiments that might not work in front of learners. Under-utilisation of science equipment seemed to be caused by deficiencies in practical skills and conceptual understanding of science.

Muwanga-Zake (2001:3) voer verder aan dat sulke onderwysers wel teoretiese opleiding ontvang ten opsigte van die belangrikheid van praktika, wetenskaptoerusting en laboratoriums, maar dat hulle tydens hulle opleiding nie genoegsaam aan wetenskappraktika blootgestel was nie.

2.5.3 Beter benutting van rekenaars en multimedia

Binne die konteks van massiewe globale hervorming, waar die onderwysstelsel die groterwordende druk van hierdie veranderinge ervaar, word daar toenemend na onderwystegnologie gekyk as 'n antwoord op sommige van die krisisse in die onderwys (Moll & Froese-Germain, 1998).

Paul (1999:2) is van mening dat die rol van rekenaargesteunde onderrig onderspeel word:

...while computers have been instrumental in changing the way that businesses operate quite radically, they seem to have had little effect on the way that teachers teach or the way that children learn in school.

Alhoewel, rekenaargesteunde onderrig nie 'n nuutjie in Suid-Afrika is nie, het die Nasionale Departement van Onderwys eers in 2001 die Informasie- en Kommunikasietegnologie (IKT) strategie bekend gestel. Die doel hiervan is om 'n onderwystegnologiese netwerk daar te stel wat alle skole sal bevoordeel (Asmal, 2001a:2).

Dit blyk egter dat baie van die onderwysers wat 'n gebrekkige selfvertroue besit om IKT en multimedia effektief te gebruik, aantoon dat hulle 'n behoefte het ten opsigte van opleiding oor hoe om hierdie hulpmiddels in hul onderrigproses te integreer (Paul, 1999:2). Roos (2000:5) noem in die verband:

South African teachers specifically need support and development in managing the appropriation and adaptation stages of technology adoption...

Zhao en Conway (2001) deel bogenoemde standpunt:

A stream of reports over the past decade has suggested that one of the biggest problems in the use of education technology has been the failure to adequately prepare teachers to integrate technology into their instruction.

Onderwysers besef dat die gebruik van tegnologie 'n waardevolle bydrae kan lewer tot die onderrigproses, veral tot die beter verstaan van die teorie (Gallagher, 2000:400). Wellington (1999:53) toon in dié verband aan dat:

The use of multimedia can aid learning, largely by enabling visualisation of abstract concepts but also by enhancing more general understanding.

Crouch en Mabogoane (1998, aangehaal in Taylor, 2001:13) het bevind dat Gautengse- en Noord-Kaapse matriekresultate redelik goed korreleer met die gebruik van rekenaars en multimedia in onderrig. Balli en Diggs (1996:59) dui die voordele aan wat die gebruik van die rekenaar vir die onderwyser en die leerders inhou indien dit korrek geïntegreer word:

...applying technology in classroom context during a teacher preparation program can strengthen its perceived value. Teaching could be easier for teachers and learning could become more interesting for students.

Hierdie idee word ook ondersteun deur Frost (1997:19) wat aantoon dat:

When scientists, be they teachers or learners, have convenient and comfortable access to technology they can use it to enhance many aspects of their work.

Daar is verskeie maniere waardeur IKT 'n bydrae tot onderwys kan maak (Lewin, 2000:32):

These include allowing access to high quality learning material available from remote sites; facilitating novel learning materials; permitting open connectivity between learners and between learners and teachers independent of location; and managing learning and monitoring progress.

Sewell en Buiski-Burger (2000:4) wys dat die volgende probleme egter aangespreek moet word om van rekenaargesteerde onderwys 'n sukses te maak:

- onvoldoende onderwyseropleiding
- gebrek aan voldoende sagteware
- beperkte beskikbaarheid van rekenaars
- onderwysers se vrees vir rekenaars
- onderwysers se gebrek aan kennis omtrent rekenaars en die potensiaal daarvan as onderrigmiddel.

2.5.4 Beter vergoedingspakkette

Literatuur toon dat mededingende vergoedingspakkette van wetenskaponderwysers 'n bepalende rol speel in die behoud van dié onderwysers in die onderwysstelsel (Lewin, 2000:30; Asmal, 2003:2). Beter werkspakkette en werksomstandighede kan bydrae tot gelukkiger en meer gemotiveerde wiskunde- en wetenskaponderwysers (Ogunniyi, 1996:280).

Feldman en Kropf (1997:758) toon aan dat dié onderwysers die skoolopset verlaat omdat hulle dikwels beter finansiële pakkette deur die privaatsektor aangebied word.

Lewin (2000:28) stem hiermee saam:

Attracting and retaining sufficient numbers of science graduates into the teaching profession remains a serious problem in countries where these graduates are high in demand and are better paid in the private sector in other occupations.

2.5.5 Opsomming

Die onderwysers se behoeftes sentreer rondom die volgende punte:

- onderwysers se grootste behoefte is rondom hul professionele opleiding-, ontwikkeling- en ondersteuning, spesifiek ten opsigte van die UGO-benadering, aangesien daar toenemend druk op hulle geplaas word om dit suksesvol te implementeer
- daar is 'n groot behoefte aan geskikte toerusting en fasiliteite om die praktiese ervaringsveld van leerders uit te brei
- onderwysers toon aan dat hulle 'n behoefte het ten opsigte van opleiding oor hoe om tegnologie in hul onderrigproses te integreer
- beter vergoedingspakkette, omdat dit bydra tot meer gelukkiger en gemotiveerde onderwysers in die skoolstelsel.

2.6 LEERDER SE BEHOEFTE

Leerders in Suid-Afrika het in vergelyking met ander lande 'n meer positiewe houding ten opsigte van wiskunde en wetenskap, maar as gevolg van 'n nie-bevorderlike leeromgewing kom hulle onseker voor in hul vermoë rakende hierdie vakke (Howie, 2002b:22). Volgens Howie (1999:209) dra verskeie faktore daartoe by dat daar leemtes in die voorbereidingsproses van leerders op skool voorkom:

South African students experience a number of problems with science, technology, and mathematics, some of which have been highlighted by TIMSS. They too battle with insufficient resources, the language (especially when science is being taught in a second or third language), and the usually poor infrastructure of the school in the most disadvantaged areas.

Dit is interessant om op te let dat soortgelyke onderwysprobleme nie net 'n kenmerk van ontwikkelende lande soos Suid-Afrika is nie, maar nog steeds ondervind word in eerstewêreld lande soos Amerika (de Feiter *et al.*, 1995:28).

Osborne en Collins (2000:23) wys daarop dat onderwysverbeteringstrategieë dikwels die behoeftes van leerders verwaarloos of ignoreer:

It is strange that in attempting to improve that quality of what we do, little or no attention is paid to the views of those who are the recipients, or the "consumers" of education - the pupils...

Dit is dus van kritieke belang dat die behoeftes van die leerders geïdentifiseer moet word, omrede hulle die rolspelers is wat gebruik maak van enige projekte wat in die onderwys geïnisieer word. Hulle is ook die persone wat die industrie en/of tersiêre inrigtings gaan toetree. Die tradisionele onderwysergesentreerde kurrikulum het baie min aandag geskenk aan die behoeftes van leerders en daar is groot verwagtings dat die nuwe kurrikulum (K2005), wat 'n leerdergerigte benadering volg, meer klem sal lê op die aanspreek van leerders se behoeftes (Howie, 2002a:43-44):

The concept of learner-centered education meant that learners were to be involved as participants in curriculum and learning, in a way that responded to their learning styles and cultures and needs.

Terwyl 'n redelike aantal studies gefokus het op wiskunde-, wetenskap- en tegnologie-onderwys in Suid-Afrika, kon geen noemenswaardige literatuur opgespoor word wat spesifiek oor leerders se behoeftes omtrent natuur- en skeikunde handel nie. Hierdie tekort aan gepubliseerde bronne dui heel waarskynlik op die relatiewe onderontwikkeling van hierdie belangrike navorsingsveld en bevestig net weereens dat leerders se behoeftes nie as 'n prioriteit beskou word nie.

2.6.1 'n Leerdergerigte kurrikulum

Leerders verlang dat die onderrigproses hulle sal help om die teoretiese inhoud te verstaan. Hulle wil weet waarom die teorie belangrik is en wat die toepassings daarvan in die alledaagse lewe is. Die tersaaklikheid van die vak bepaal ook in hoe 'n mate die vakinhoud vir die leerders sin maak, volgens Osborne en Collins (2000:29):

There was agreement across all groups of pupils that school science was outdated. It failed to reflect contemporary issues in society. It was suggested that if the subject had more relevance to young people more people would do it.

Beute en Mvalo (2000:5) reken dat beroepsvoorligting op 'n vroeë stadium (Graad 7 tot 9) baie leerders se negatiewe houdings en persepsies omtrent wetenskap en tegnologie kan help verander.

In baie gevalle is die teorie abstrak en die konsepte moeilik verstaanbaar (de Feiter & Ncube, 1999:178). Nelson (1999:55) ondersteun voorafgaande stelling deur die volgende te sê:

The current curriculum attempts to cover far too many unrelated ideas rather than a connected set of concepts that helps students understand their world and how it works. To remedy this situation, both the benchmarks and the standards have called for reducing the amount of material students must learn so that they have ample time to master the most important facts, concepts, applications and skills...

Abraham & Rambuda (1999:8) het 'n soortgelyke mening:

An alarming fact noted was that only 30% of the randomly selected sample found Physical Science an easy and interesting subject. The majority viewed it as a difficult subject. This attitude becomes serious since it came from learners who decided to specialise in science.

Om leerders te help om die vak beter te begryp, is dit noodsaaklik dat die vakinhoud relevant aangebied word sodat hulle die verband kan sien tussen die teorie en die toepassing daarvan in die alledaagse lewe. Laasgenoemde beklemtoon net weereens dat die onderwyser oor die vermoë moet beskik om natuur- en skeikunde-inhoud op 'n sinvolle manier aan die leerders oor te dra.

Bagwande (1994:17) toon aan dat die onderrigproses kompleks is en dat dit 'n groot spektrum van vaardighede, persepsies, kennis en sensitiviteit insluit. Hy toon verder aan dat dit 'n dinamiese proses is wat gebaseer is op goeie kommunikasie.

Die sukses van die onderrigproses word in 'n groot mate bepaal deur die houding van die leerders ten opsigte van die vak (Taylor, 2001:6). Osborne, Driver en Simon (1998:29) toon verskillende aspekte aan wat 'n rol speel by die houding van die leerders omtrent die wetenskap. Hulle dui ook aan dat die gemeenskap se houding omtrent die wetenskap, leerders se houding ten opsigte van skoolwetenskap en die ingeligtheid van leerders omtrent wetenskaplike beroepe in 'n groot mate die leerder se ingesteldheid ten opsigte van wetenskap bepaal. Die houding van die leerders teenoor die wetenskap kan 'n rol speel in hoe 'n mate hulle die vak verstaan (Parker & Gerber, 2000:237).

Die houding van die leerder word deur verskillende faktore beïnvloed:

- Die persepsie wat die leerders het omtrent die wetenskap. Ashrif (1998:51) toon aan dat leerders se bestaande idees ten opsigte van die wetenskap deur middel van goeie onderrigmetodes uitgebrei moet word. Volgens Osborne en Collins (2000:24) geniet leerders wat natuur- en skeikunde doen hoë akademiese status onder die skoolgemeenskap en word dié leerders as uitgesoekte intellektueles beskou.

- Die moeilikheidsgraad van die vak. Abraham en Rambuda (1999:6) en Muwanga-Zake (2001: 9) noem dat baie leerders dit moeilik vind om die natuur- en skeikunde-teorie te verstaan. Gevolglik ontwikkel hulle 'n renons in die vak en besluit hulle reeds op 'n vroeë fase dat hulle nie die vakinhoud kan baasraak nie en dat hulle liefs 'n ander vak, wat minder moeilik is, moet neem. In baie gevalle word die moeilikheidsgraad-persepsie beïnvloed deur die onderrigmetodes wat die onderwysers gebruik, asook deur die onderwysers se begrip van die vak (Abrahams & Moru, 2001:3).
- Die houding van die onderwyser. Die onderwysers moet 'n oop gesindheid ten opsigte van die aanbieding van die vak hê (Boehm, 2000:9). Hulle moet ook entoesiasies wees omtrent die aanbieding van die vak. 'n Leeromgewing moet geskep word waarin leerders gestimuleer word om vrae te vra en nie net alles te aanvaar wat die onderwyser aan hulle oordra nie. Sutton (1992 in McKeon, 2000:45) beskryf 'n leeromgewing as:

...one where children are encouraged to be active participants and are given opportunities to become familiar with the language of science, to talk and write about science and to explore their own views and those of others.

2.6.2 Groter betrokkenheid by praktiese werk

Daar is reeds in vorige afdelings melding gemaak van die argumente en teenargumente vir die belangrikheid van skoollaboratoriums, geskikte fasiliteite en toerusting in wetenskaponderrig. Bradley (2002:8) wys daarop dat die meeste ontwikkelende lande, as gevolg van 'n gebrek aan praktiese werk, skoolverlaters lewer wat nie prakties vaardig is nie:

In the majority of school science classrooms, there is no practical activity. In rich societies, you may find virtual substitutes; in poor societies, you will find blackboard descriptions. In poorer countries, the battle has been lost: practical work has been ossified and eroded to the extent that students graduate with little practical experience and little understanding of science.

Suid-Afrikaanse skole ondervind ook 'n ernstige tekort aan laboratoriums en toerusting (NDoE, 2001c:13):

The majority of schools that offer mathematics and science have a serious problem with regard to facilities such as laboratories and equipment to promote effective learning and teaching. The teaching of science remains at a theoretical level without any experiments to enhance understanding and application of knowledge.

Die gebrek aan praktiese ervaring het dikwels tot gevolg dat leerders nie 'n voldoende vlak van universiteitsgereedheid bereik nie (UP, 2002:67). Leerders aanvaar algemeen dat die leer van natuur- en skeikunde slegs moontlik is deur laboratoriums (Abraham & Rambuda,

1999:8). Wilkinson *et al.* (1995:152) voer aan dat histories benadeelde leerders veral 'n behoefte aan praktiese werk het:

Daar moet kennis geneem word van die hoë verwagting wat studente uit ontwikkelende gemeenskappe van praktiese werk koester. Die eise vir meer en beter toegeruste laboratoriums kan ook aan hierdie verwagtinge gekoppel word.

Leerders dui aan dat hulle belangstelling in natuur- en skeikunde verloor as hulle nie die praktiese sy van die vak self kan ervaar nie (Abrahams & Moru, 2001:9). Grové (1999:19) meen dat leerders nie die massa van teoretiese inligting kan memoriseer sonder die relevansie daarvan met praktiese werk nie. Wilkinson *et al.* (1995:148-151) beklemtoon dat leerders 'n behoefte het om praktiese werk self te doen in plaas daarvan dat onderwysers praktiese lesings op die "chalk and talk" manier aanbied:

Gesprekke met baie leerlinge uit verskillende skole het gewys op die onaanvaarbare praktyk van eksperimente wat net gedikteer word (of net op die bord geskryf word) en dan in sogenaamde praktiese werkboeke aangeteken word.

Frost (1997:20) toon aan dat leerders ook blootgestel moet word aan navorsingsondersoeke en geleenthede om te kommunikeer oor die bevindings van hul ondersoeke. Abraham & Rambuda (1999:9) reken dat die praktiese aspek van natuur- en skeikunde leerders fassineer en dat vakonderwerpe so ver as moontlik verbind moet word met die werklikheid.

2.6.3 Groter benutting van tegnologie in die onderrigproses

Osborne en Collins (2000:26) noem dat die onderrigmetodes en -hulpmiddels wat gebruik word in 'n groot mate bepaal hoe leerders die wetenskap ervaar. Hierdie skrywers voer verder aan dat, indien daar slegs op die konstruering van feite in die onderrigproses gekonsentreer word, die leerders wat nie geïnteresseerd in die konseptuele manier van leer is nie, 'n negatiewe houding ten opsigte van die vak ontwikkel. Hulle toon verder aan dat beide die leerders en die ouers van mening is dat die onderrigstyl waarvan die onderwyser gebruik maak 'n belangrike rol speel by die leerder se ervaring en ingesteldheid teenoor die vak. Osborne en Collins (2000:30) toon ook aan dat leerders se houding omtrent wetenskaponderrig positief beïnvloed kan word deur gebruik te maak van tegnologie wanneer nuwe onderwerpe aan leerders bekend gestel word.

Potgieter (1998:1) stem saam dat huidige onderrigmetodes nie meer by leerders byval vind nie en dat 'n vinnig veranderende tegnologiese samelewing by leerders die behoefte skep om meer van tegnologie in die klas gebruik te maak:

Die leerders het verander in die sin dat die meeste reeds buite die klaskamer met 'n baie uitgebreide wêreld van kennis gekonfronteer word deur middel van die televisie, rekenaarprogramme en die Internet. Daar moet dus binne die klaskamer gebruik

gemaak word van interessanter, alternatiewe en meer uitdagende onderrigmetodes ten einde die leerder aktief by die leergebeure te betrek.

Leerders se menings is dat die onderwysers die vak interessant moet aanbied deur gebruik te maak van relevante toepassings, asook van interessante onderrigmetodes (Staton, 2001:84). Frost (1997:20) toon aan hoe rekenaars kan bydra tot leerders se ingesteldheid ten opsigte van die wetenskap:

Using a computer can improve learners' motivation, enjoyment and commitment to work. It can stimulate them and positively affect the status of science. The use of data-loggers encourages questions, predictions and hypothesising. It involves planning experiments, measuring variables, analysing results and evaluating process skills that are central to investigating science. Amongst pupils there was a consensus that their interest was engaged and sustained by teachers who made lessons fun either through their methods of presentations of the material or through their organisation of work which immersed pupils in practical activities.

Potgieter (1998:2) het dieselfde mening en sê dat leerders, deur gebruik te maak van rekenaars sekere teoretiese inhoud sowel as sekere vaardighede makliker aanleer. Literatuur relevant tot hierdie bespreking word in 'n groot mate oorheers deur Amerikaanse studies, alhoewel daar in dié navorsing nie aandag gegee word aan die leerders se opvattinge oor rekenartegnologie in die algemeen nie.

2.6.4 Opsomming

Die leerder, wat die gebruikers van die skoolkurrikulum is, het die volgende behoeftes:

- 'n meer leerdergerigte onderrigbenadering, aangesien dit 'n bydrae kan lewer tot 'n beter begrip en ook 'n meer positiewe ingesteldheid ten opsigte van natuur- en skeikunde
- groter betrokkenheid by praktiese werk, omdat dit 'n groot rol speel in die ontwikkeling van vaardighede en ook kan bydra dat die teorie beter verstaan word
- groter benutting van tegnologie in die onderrigproses.

2.7 SAMEVATTING

In die hoofstuk word gerapporteer oor die literatuurstudie wat uitgevoer is om te bepaal watter behoeftes rolspelers ten opsigte van natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwys op skoolvlak het. Volgens die studie kan die volgende behoeftes van die onderskeie rolspelers aangestip word.

Die Nasionale Departement van Onderwys, industrie en tersiêre inrigtings se oorwegende behoefte sentreer rondom die vermeerdering en verbetering van die kwaliteit van die aantal

natuur- en skeikunde-leerders, veral dié wat historiese benadeelde gemeenskappe verteenwoordig. Die industrie en die tersiêre inrigtings is van mening dat die huidige kurrikulum nie die ontwikkeling van die vaardighede wat hulle as belangrik ag, ontwikkel nie. Dit bring mee dat hierdie rolspelers 'n behoefte aan 'n meer relevante skoolkurrikulum het sodat leerders met die gewenste vaardighede toegerus kan word. Die Nasionale Departement van Onderwys skryf die gebrek aan onvoldoende leer hoofsaaklik toe aan 'n kritieke tekort aan bekwame natuur- en skeikunde-onderwysers.

Onderwysers het 'n behoefte aan voldoende opleiding en ondersteuning, veral ten opsigte van uitkomsgebaseerde onderwys. Leerders verwag dat die vakinhoud op 'n sinvolle, relevante en interessanter manier aan hulle bekendgestel word. Verder verlang leerders ook groter betrokkenheid by praktiese werk om sodoende teoretiese beginsels beter vas te lê. Volgens die onderwysers en die Nasionale Departement van Onderwys is dit egter die gebrek aan geskikte toerusting en fasiliteite wat in 'n groot mate die uitbreiding van die praktiese ervaringsveld van die leerders belemmer.

Die Nasionale Departement van Onderwys verwelkom die industrie en tersiêre inrigtings se pogings om direk by wetenskaponderwys betrokke te raak, maar verlang dat sulke samewerking meer gekoördineerd moet wees.

Die volgende hoofstuk handel oor die empiriese ondersoek na die behoeftes van rolspelers in natuur- en skeikunde-onderwys.

HOOFSTUK 3

EMPIRIESE ONDERSOEK NA ROLSELERBEHOEFTE

In hierdie hoofstuk, wat met reg beskou kan word as die kern van die studie, word daar verslag gedoen oor die empiriese deel van die ondersoek wat daarop gemik was om die behoeftes van die verskillende rolspelers ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderrig te bepaal.

3.1 OORSIG OOR NAVORSINGSMETODOLOGIE

Die eerste fase van die empiriese ondersoek het bestaan uit die opstel van vraelyste vir die verskillende rolspelers. 'n Redelike lang tyd is aan die ontwikkeling van die vraelyste bestee omdat die effektiwiteit van die meetinstrument so belangrik is. Goed deurdagte vrae is saamgestel om te verseker dat die data wat deur die onderhoude verkry is, 'n waardevolle bydra tot die studie kon maak.

Daar is vraelyste vir elk van die volgende groepe rolspelers ontwikkel: industrie, tersiêre inrigtings, onderwysdepartement, onderwysers en leerders. Die vraelyste is oor 'n tydperk van twaalf maande ontwikkel. Die eerste toetsstel is na vier maande in onderhoudsessies gebruik. Hierdie onderhoudsessies is as 'n toetslopie beskou en die inligting wat uit die sessies verkry is, is gebruik om te verseker dat vrae korrek opgestel is sodat respondente gestimuleer sou word om inligting wat relevant vir die studie sou wees, weer te gee. In die konstruksie van die vraelyste is ervare kundiges om advies geraadpleeg, veral vir die tipe vrae en die manier waarop die vrae geformuleer moet word. Die persone wat om hulp genader is, is 'n dosent in natuur- en skeikunde-didaktiek in die Departement Didaktiek, asook twee persone van TRAC SA. Al drie die persone is verbonde aan die Universiteit van Stellenbosch.

3.2 AARD VAN DIE VRAELYSTE

Verskillende tipe vrae is in die vraelyste gebruik. Voorbeelde van die vraagtypes volg hieronder, terwyl die volledige vraelyste in Addendum A ingesluit is.

Vrae waar respondente se menings gevra word, byvoorbeeld:

Wat is die grootste kommer wat u as dosent het rondom die onderrig van natuur- en skeikunde op skoolvlak en die effek wat dit het op die student wat toetree tot die tersiêre inrigting?

Vrae wat 'n ja of 'n nee antwoord vereis gevolg deur 'n verduideliking/motivering, byvoorbeeld:

Dink u dat tersiêre inrigtings 'n verantwoordelikheid het om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke? (Ja/Nee). Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem?

Vrae waar respondente hul menings met behulp van 'n syfer op 'n skaal moes aandui, byvoorbeeld:

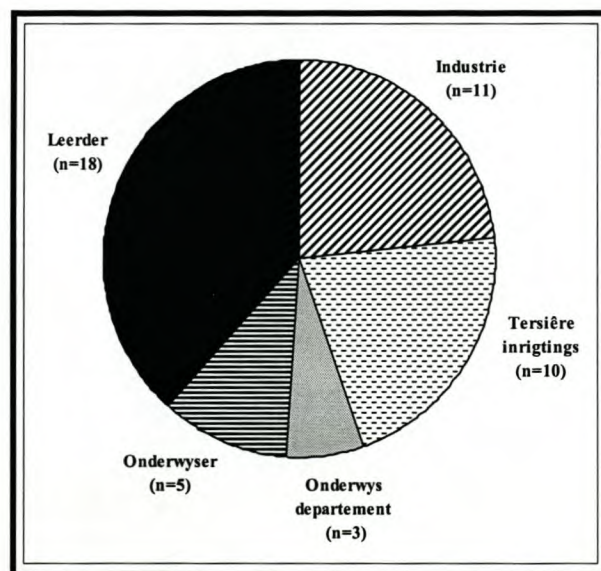
Die volgende is 'n lys van vaardighede wat leerders veronderstel is om op skoolvlak te ontwikkel. Dui met 'n syfer (1 tot 5) die belangrikheid en huidige stand van die vaardighede aan. (1 dui 'n lae en 5 'n hoë waarde aan).

Die rede vir die oop respons tipe vrae is om die menings van die respondente te kry, sonder bevooroordeelning. Die laaste twee tipe vrae laat egter die respondente 'n verminderde keuse, maar dis gedoen om individue se menings te vergelyk op 'n wyse wat die verwerking van data sou vergemaklik.

Sommige vrae blyk 'n herhaling van 'n vorige vraag te wees. Die rede hiervoor was om response te kontroleer en te bevestig.

3.3 DIE DOEL, BEPLANNING EN UITVOERING VAN ONDERHOUE

Die hoofdoel van die onderhoue was om vas te stel wat die verskillende rolspelers se behoeftes is ten opsigte van wetenskaponderwys op skoolvlak. Fig. 3.1 toon die aantal verteenwoordigers met wie daar uit elk van die rolspelerskategorieë onderhoue gevoer is, aan.



Figuur 3.1 Aanduiding van die aantal respondente van elke rolspelergroep.

Die inligting van 18 leerders word in Tabel 3.1 verskaf. Die samestelling is sodanig dat hulle verteenwoordigend is van verskillende tipe skole. Hierdie leerders is afkomstig uit skole in die Stellenbosch-omgewing en een skool in die Blue Downs-omgewing. Vir die studie is Graad 11 en Graad 12 leerders gebruik.

Tabel 3.1 Inligting van agtien leerders wat blootgestel was aan die TRAC-program.

Aantal leerders	Graad	Tipe skool
3	11	Voormalige Model C
4	11	Voormalige Staatskool: Departement van Onderwys en Opleiding
8	11	Voormalige Staatskool: Raad van Verteenwoordigers
3	12	Voormalige Staatskool: Raad van Verteenwoordigers

Inligting ten opsigte van die verteenwoordigers uit die industrie, tersiêre inrigtings, onderwysdepartement en onderwysers word in Tabel 3.2 voorsien. Wat die industrie betref, is die verteenwoordigers gekies uit die donateurs wat bydra tot die befondsing van die TRAC-program saam met vier persone verteenwoordigend van maatskappye wat geen verbintenis met die TRAC-program het nie. Daar is met dosente van die Fakulteit Ingenieurswese van die Universiteit van Stellenbosch onderhoude gevoer omdat dit een van TRAC SA se doelstellings is om leerders te motiveer om in die ingenieursrigtings te studeer. In die voorlopige onderhoudssessies wat gevoer is, is dosente van die Fakulteit Natuurwetenskappe van die Universiteit van Stellenbosch ook betrek.

Tabel 3.2 Inligting van verteenwoordigers uit die industrie, tersiêre inrigtings, onderwysdepartement en onderwysers.

Respondent	Tipe bedryf/instansie	Posisie
Industrie		
IR1	Nasionale Padagentskap	Uitvoerende Bestuurder van Korporatiewe Dienste
IR2	Navorsingsinstituut	Afdelings-Direkteur
IR3	Navorsingsinstituut	Opvoedkundige Bestuurder van Vervoerwese Veiligheid
IR4	Siviele ingenieursbedryf	Ontwerpsingenieur
IR5	Konstruksie ingenieursbedryf	Besturende Direkteur
IR6	Siviele Projekindustrie	Navorser
IR7	Spaanderbord Vervaardigingmaatskappy	Produksie Verspreidingbestuurder
IR8	Mineraleskeidings industrie	Menslike Hulpbronne Bestuurder
IR9	Mineraleskeidings industrie	Area-Bestuurder

Respondent	Tipe bedryf/instansie	Posisie
IR10	Nasionale Padagentskap	Kapasiteit Ontwikkelingbestuurder
IR11	Federasie van wetenskap, ingenieurswese en tegnologie	Streek-Uitvoerende Voorsitter
Tersiêre inrigtings		
TR1	Ingenieurswese	Dekaan van die Fakulteit Ingenieurswese
TR2	Siviele Ingenieurswese	Professor in Siviele Ingenieurswese
TR3	Siviele Ingenieurswese	Professor in Siviele Ingenieurswese
TR4	Siviele Ingenieurswese	SANRAL Verteenwoordiger in PadvervoerIngenieurswese
TR5	Siviele Ingenieurswese	Professor in Vervoer-Ingenieurswese
TR6	Siviele Ingenieurswese	Professor in Siviele Ingenieurswese
TR7	Elektriese Ingenieurswese	Professor, Hoof van Departement Elektriese en Elektroniese Ingenieurswese
TR8	Elektriese Ingenieurswese	Professor in Elektroniese Ingenieurswese
TR9	Elektriese Ingenieurswese	Professor in Rekenaar- en Beheerstelsels
TR10	Chemiese Ingenieurswese	Voorsitter en mede-dekaan
Onderwysdepartement		
ODR1	Kurrikulumdienste	Hoof kurrikulumbepanner, natuur- en skeikunde
ODR2	Kurrikulumdienste	Hoof kurrikulumadviseur, natuur- en skeikunde
ODR3	Kurrikulumdienste	Senior kurrikulumadviseur, natuur- en skeikunde
Onderwysers		
OR1	Voormalige Model C	Onderwyser
OR2	Voormalige Model C	Onderwyser
OR3	Wetenskapsentrum	Projekkoördineerder
OR4	Voormalige Staatskool Raad van Verteenwoordigers	Departementshoof
OR5	Voormalige Staatskool Departement van Onderwys en Opleiding	Onderwyser

3.3.1 Die reël van onderhoude

Al die respondente, behalwe dié verbonde aan tersiêre inrigtings is met 'n faksboodskap ingelig waarom die navorsing handel en wat die navorsingsonderwerp is. In die faksimile is daar toestemming gevra om 'n onderhoud te voer na die voltooiing van die vraelys wat saam met die faksboodskap gestuur is. Respondente is telefonies geskakel en afspraak is gemaak. Die reël van die onderhoude met respondente in die industrie het twee maande voor die tyd plaasgevind, terwyl die ander rolspelers s'n 'n maand voor die tyd gereël is. Die vraelyste is 'n maand voordat die onderhoud plaasgevind het aan die respondent per faks of e-pos gestuur en is opgevolg deur persone telefonies te skakel. Indien vraelyste nie ontvang is nie, is dit weer aan hulle gestuur. Twee weke voordat die onderhoude plaasgevind het, is die afspraak telefonies bevestig. Dieselfde opvolgprosedure is 'n week voor die onderhoude herhaal. Die

onderhoude van respondente verbonde aan tersiêre instellings is per e-pos gereël en die opvolg van die afspraak het ook per e-pos plaasgevind.

3.3.2 Verloop van 'n onderhoudssessie

Die onderhoudssessies is individueel met die verskillende respondente gevoer en die tydsduur het gewissel tussen 'n halfuur en 'n uur en 'n half. Voor die formele aanvang van die onderhoud het die onderhoudvoerder haarself net kortliks bekend gestel en 'n kort beskrywing van die studie gegee. Verder is ook gevra of die respondent gemaklik is, en of hulle toestemming verleen dat die onderhoud elektronies opgeneem kan word. Tydens die onderhoudssessies is gereeld verneem of die persoon die vraag verstaan, of die respondent meer tyd nodig het om die vraag te oordink en of voortgegaan kan word met die volgende vraag. Die wyse waarop die bespreking tydens die onderhoudssessie plaasgevind het, is deur die beantwoording van elke vraag in die volgorde waarop dit op die vraelys voorkom, gedoen.

3.4 BESPREKING VAN DIE RESPONSE VAN RESPONDENTE

Die rou data van die response word gesamentlik voorgestel in tabelle en histogramme (Addendum B). Die resultate ten opsigte van die verskillende rolspelers sal afsonderlik bespreek word. In gevalle waar daar soortgelyke vrae aan verskillende rolspelers gevra is, sal die response gesamentlik bespreek word. Nie al die vrae wat in die vraelyste gestel is, sal bespreek word nie. Die vrae wat uitgelaat is, het nie direkte betrekking op hierdie studie nie, maar sal in die toekoms vir verdere navorsingsdoeleindes gebruik kan word. In gevalle waar respondente woordeliks aangehaal word, sal van *kursiewe druk* gebruik gemaak word.

3.4.1 Industrie

Ten einde die leesproses te vergemaklik, word die gestelde vraag eers gegee, en waar nodig 'n kort motivering hoekom die vraag gevra is, en daarna die response.

- a) *Dink u dat die huidige skoolstelsel leerders voldoende voorberei vir tersiêre opleiding en beroepe in die wetenskap, ingenieurswese en tegnologie?*

Motivering vir die vraag: Uiteenlopende menings bestaan oor die voorbereiding van leerders op skoolvlak. Baie skoolverlaters betree nie tersiêre inrigtings na matriek nie, omdat hulle nie voldoen aan die toelatingsvereistes wat gestel word nie. Hulle word ook nie in die industrie opgeneem nie, omdat die vaardighede wat die industrie van sy toekomstige werkers vereis, ontbreek. Met die response op die vraag wou die skryfster die menings van die verskillende respondente bepaal, veral in hoe 'n mate dit ooreenstem asook verskil.

Die response op die vraag sal op die volgende wyse bespreek word:

- die kwaliteit van voorbereiding van die leerder op skoolvlak en die aantal leerders wat voldoende voorbereid die skoolstelsel verlaat
- voorbereiding ten opsigte van tersiêre inrigtings
- voorbereiding ten opsigte van die industrie
- gebrek aan kommunikasie tussen die rolspelers betrokke by onderwys.

Die kwaliteit en die kwantiteit van voldoende voorbereide leerders

Al elf die respondente is van mening dat die skoolstelsel as sodanig nie die leerders voldoende voorberei vir tersiêre inrigtings en/of die industrie nie. Dit stem ooreen met literatuurbevindinge (sien Cortie & Cortie, 1997 in §2.2.1). Die stelsel maak voorsiening vir 'n meer algemene opvoeding, om sodoende die meerderheid leerders te akkommodeer en is nie noodwendig toegespits op wetenskap en tegnologie nie.

Die respondente is van mening dat die industrie wel 'n toename wil sien in die leerdergetalle wat natuur- en skeikunde en wiskunde neem, maar sonder dat die kwaliteit van die onderrig wat die leerder ontvang, ingeboet word. Hulle dui verder aan dat, om aan die verwagting van die industrie te voldoen, die onderwysdepartement sterk klem moet plaas om die leerdergetalle van die natuur- en skeikunde en wiskunde te verhoog (verwys na Legotlo, Maaga & Sebego, 2002 in §1.1). Aangesien baie leerders nie oor die vermoë beskik om die vakke te neem nie, of onderwysers nie oor die vermoë beskik om die vakke op 'n verstaanbare manier te onderrig nie, is die slaagsyfer baie laag. Sommige respondente glo dat dit tot gevolg het dat standaarde verlaag word sodat meer leerders matriek slaag (vergelyk Kahn, 2001 en Taylor, 2001 in §2.4.1). Die gevolg van laasgenoemde is dat hoewel die aantal leerders wat slaag, toeneem, die kwaliteit van die leerders se kennis en begrip in die proses ingeboet word (sien Jansen, 2003 in §2.3.2).

Voorbereiding ten opsigte van die tersiêre inrigtings

Daar is reeds melding gemaak dat daar tans 'n gaping bestaan tussen hoe die leerder op skool voorberei word en dit wat die tersiêre inrigting asook die industrie van die leerder verwag (verwys na Pretorius, 1995 en Van Schoor, 2000 in §1.1). Die respondente is van mening dat leerders afkomstig uit die goed gevestigde, tradisionele Blanke skole wel goed voorberei word. Die leerders afkomstig uit skole in die agtergeblewe gemeenskappe en landelike gemeenskappe is nie voldoende voorberei nie, omdat die nodige infrastruktuur (bv. ondersteuning deur ouers, goeie en streng reëls, ondersteuningsprogramme vir leerders, kulturele ontwikkeling, ens.) wat die nodige ontwikkeling kan bevoordeel, ontbreek. Bogenoemde stem ooreen met die siening van Howie (1999 in §2.4.1).

Die tersiêre inrigtings verwag dat leerders wat die skool verlaat reeds, sowel die studievaardighede, wat hom/haar in staat gaan stel om tersiêre studie suksesvol af te lê, as die verskillende sosiale vaardighede wat hom/haar in staat kan stel om suksesvol in 'n groep te funksioneer, op skool bemeester het. Hierdie mening sluit aan by sommige tersiêre inrigtings se sienings (sien §2.3.3).

IR6 dui byvoorbeeld aan dat:

...wanneer ondersoek ingestel word na die mate van sukses wat die leerder op skoolvlak behaal en dit vergelyk word met die mate van sukses wat die eerstejaarstudent aan die universiteit behaal, 'n mens tot die slotsom kom dat baie van die leerders nie voldoende voorberei word vir die eise wat die tersiêre inrigtings aan hulle stel nie.

Voorbereiding ten opsigte van die industrie

Nege van die elf respondente is van mening dat nuwe werkers dit moeilik vind om uit die staanspoor op hulle eie te werk. Werkers wat toetree tot 'n maatskappy, kom in baie gevalle direk van die skool af en hulle weet basies min van die industrie. Hulle sukkel om in te pas by die daaglikse funksionering van die industrie en het nie die vermoë om die teorie wat op skool geleer is, in die praktyk toe te pas nie. Hierdie werkers moet eers opgelei word omdat sekere belangrike vaardighede, soos effektiewe tydsbeplanning, om onafhanklik te werk, om in groepe te werk en probleemoplossing in die werksopset, ontbreek (vergelyk Pretorius, 1995 in §2.2.1). Laasgenoemde is die gevolg daarvan dat leerders nie op skool genoegsaam blootgestel word aan aktiwiteite, wat die ontwikkeling van dié vaardighede bevorder nie.

Gebrek aan goeie kommunikasie tussen die rolspelers betrokke by onderwys

Die meeste respondente is van mening dat leerders slegs voldoende voorberei kan word as die kommunikasie tussen die verskillende rolspelers in onderwys sodanig verbeter (verwys na Dembicki, 1999 in §2.2.3), dat elke rolspeler presies weet wat verlang word of wat sy spesifieke rol in die onderwys is.

IR11 is van mening die gaping tussen die teorie waaraan die werkers op skool- of op tersiêre vlak blootgestel was, en die toepassing daarvan in die praktyk te groot is. Dit kan in 'n groot mate toegeskryf word aan die gebrek aan kommunikasie tussen die skool, tersiêre inrigtings en die industrie. Hy toon byvoorbeeld aan dat :

Werkers word vir opleiding na die technikon gestuur en wanneer die werker weer toetree tot die werksplek, kan hy nie dit wat hy in die kursus geleer het in sy werksplek toepas nie. Dit wil sê in die opleidingsessies word die konsepte wat geleer word nie verbind met die praktyk nie. Gevolglik moet die persone in die werksplek heropgelei word. Dit beteken dat 'n klomp geld op opleiding gemors is.

Die voorafgaande impliseer dat die kommunikasie tussen die industrie en die opleidingsinrigtings, of dit nou die skool, technikon, kollege of universiteit is, baie kan verbeter. Daar moet duidelik gestel word wat verlang word van die opleidingssessies en of daar 'n sterk teoretiese of- 'n sterk praktiese benadering in die opleidingssessies gevolg moet word. Die industrie is op winsbejag gerig en fokus sterk op produksie. Die werker wat toetree tot die industrie moet in 'n baie kort tyd 'n bydrae maak tot die lewering van wins vir die industrie. Laasgenoemde moet gewoonlik geskied sonder dat daar te veel tyd en geld op die opleiding van die kandidaat binne die industrie gespandeer word.

Uit bostaande response kan afgelei word dat die leerders nie voldoende voorberei word nie en ook dat daar duidelik onderskei kan word tussen die kwaliteit en die kwantiteit van die voorbereiding van leerders. Verder word daar onderskeid getref tussen die voorbereiding van leerders vir die tersiêre inrigtings en die industrie. Respondente is bekommerd dat die gebrek aan kommunikasie tussen die rolspelers betrokke by onderwys, in 'n groot mate bydra tot die onvoldoende voorbereiding van die kandidate vir die tersiêre inrigtings sowel as die industrie.

b) Het u enige idees/voorstelle oor hoe wetenskaponderwys op skoolvlak verbeter kan word?

Motivering hoekom vraag gevra is: Hierdie vraag is gevra om die verskillende rolspelers se menings oor hoe wetenskaponderrig op skoolvlak verbeter kan word, te bepaal.

Tydens die onderhoude het respondente 'n aantal leemtes aangedui wat na hulle mening bestaan ten opsigte van natuur- en skeikunde en ook voorstelle gemaak om die aangeduide leemtes aan te spreek. Die volgende leemtes, wat grootliks ooreenstem met literatuurbevindinge, is onder andere genoem.

- Leemtes wat betrekking het op onderwysers (sien §2.5.2 en §2.6.2).
 - * Die onvermoë van die onderwysers om die teorie op 'n verstaanbare manier aan die leerders oor te dra. IR7 noem dat:

Daardie konneksie wat die onderwyser met die leerders moet maak sodat hulle die werk kan begryp, ontbreek. Dit is 'n tegniek en 'n kuns wat ontwikkel moet word, nie net om die werk oor te dra nie maar ook om die leerders geïnteresseerd te kry in die vak en hulle geïnteresseerdheid te behou.

- * Onderwysers is nie vertrouwd met die gebruik van die apparaat om praktiese werk mee te doen nie.
- * Die onderwysers het nie die nodige akademiese opleiding om die vak aan te bied nie.

- * Die onderwysers is nie goed ingelig oor wat wetenskap-, ingenieurs- en tegnologie-verwante beroepe behels en watter vakke die leerders moet neem, of watter teorie op skool behandel behoort te word nie.
- Leemtes wat betrekking het op apparaat, hulpmiddels, media, ensovoorts (genoem in §2.4.4 en §2.5.2).
 - * Die gebrek aan die nodige apparaat en hulpmiddels wat kan help om die onderrigtaak suksesvol te verrig.
 - * Sekere skole uit agtergeblewe gemeenskappe beskik nie oor goed toegeruste laboratoriums nie.
- Daar bestaan nie gelyke onderwysgeleenthede vir alle skole nie (ook genoem deur Howie, 1999 in §2.4).

Die volgende aanbevelings is deur die respondente gemaak om die genoemde leemtes aan te spreek.

- Die handboeke wat tans gebruik word, moet hersien word en die inligting in die handboeke, moet in die konteks van die alledaagse lewe geplaas word. Met die skryf van handboeke moet die kundigheid van persone in die privaatsektor sowel as tersiêre inrigtings benut word. Die soort probleme wat in die handboeke gestel word, moet verband hou met werklike, alledaagse probleme in die praktyk. Tipiese probleme waarmee ingenieurs, mediese dokters, ensovoorts elke dag gekonfronteer word, moet in die handboeke ingesluit word. Omdat die leerders kan sien waar dit in die alledaagse lewe gebruik word, sal die vak sodoende meer relevant wees. Hierdie tipe benadering sluit ook beroepsvoorligting in en help die leerder om te besluit watter beroep hy/sy graag in die toekoms wil volg.
- Programme soos TRAC SA se betrokkenheid op skoolvlak kan 'n waardevolle bydrae lewer tot die praktiese implementering sowel as die konseptualisering van moeilike begrippe in die wetenskap. Daar word egter van nie-regeringsonderwysorganisasies, die tersiêre inrigtings en die industrie verwag om meer betrokke te raak by die uitbreiding van projekte na alle skole wat 'n behoefte daaraan het. Die mate van betrokkenheid sal egter afhang van die tipe skool en die tipe behoeftes by 'n spesifieke skool. Dit kan wissel van die gebruik van moderne tegnologie vir die skole wat die nodige infrastruktuur daarvoor het tot die gebruik van die tradisionele leermateriaal vir die skole wat nie toegang tot rekenaars en elektrisiteit het nie. Laasgenoemde geld veral vir die skole in die landelike gemeenskappe asook in die agtergeblewe gemeenskappe. Die idee is om alle leerders die geleentheid te gee om voldoende voorberei te word sodat hulle aan die standaard wat die hoofstroom van hulle vereis, kan voldoen.

- Die leerders moet meer blootstelling kry aan die toepassing van die wetenskap. Dit kan gerealiseer word deur byvoorbeeld besoeke aan wetenskapsentrums, universiteite en die industrie.
- Rolspel, waartydens leerders met gevallestudies uit die industrie gekonfronteer word, moet op skool gedoen word. Hierdie gevallestudies moet voorbeelde uit die alledaagse lewe versinnebeeld. Daar moet duidelik aan die leerders gestel word dat dit 'n probleem is wat in 'n spesifieke maatskappy voorgekom het en dat hulle die probleem met hul bestaande teoretiese kennis moet oplos. Die probleem moet egter vereenvoudig en op die leerders se vlak aangebied word. IR2 beweer dat:

...dis een ding om die teoretiese kennis te hê, maar om dit te kan toepas, is 'n heel nuwe uitdaging.

- Programme wat bewustheid van die belangrikheid van wiskunde, wetenskap en tegnologie by leerders skep, moet in samewerking met die onderwysdepartement aangebied word.
- Leerders moet op skool geleenthede gebied word om onafhanklike denke te ontwikkel.
- Goeie kommunikasie moet tussen die skole en die industrie ontwikkel word.

In die lig van die voorafgaande aanbevelings van die respondente, is die skryfster van mening dat dié aanbevelings 'n aansienlike bydrae tot die verbetering van die wetenskaponderwys op skoolvlak kan lewer.

c) Watter eienskappe soek u maatskappy in nuut aangestelde werkers?

Motivering hoekom vraag gevra is: Met die vraag is gepoog om vas te stel watter eienskappe die industrie in 'n persoon wat nuut aangestel word, soek. Uit die response wat van die verskillende respondente verkry is, is dit duidelik dat die tipe eienskappe bepaal word deur die tipe industrie. Die vraag het goeie reaksie uitgelok en die respondente het sonder huiwering response gelewer oor watter eienskappe verlang word van 'n nuut aangestelde werker. Die verskillende kommentare word geklassifiseer in persoonlike karaktereienskappe, sosiale-, intellektuele- en rekenaarvaardighede. Die volgende eienskappe word aangedui en dit stem in 'n groot mate ooreen met die literatuurbevindinge (verwys na §2.2.1):

Persoonlike karaktereienskappe. Die persoon moet:

- bereid wees om berekende kanse te waag asook om hoë hoogtes vir die maatskappy te bereik
- bereid wees om te leer en te besef dat hy/sy nie alles weet nie
- bereid wees om verder opgelei te word

- integriteit hê
- kreatief en energiek wees
- 'n goeie ambassadeur vir die maatskappy wees
- 'n goeie selfbeeld hê en oor genoeg selfvertroue beskik
- 'n kritiese ingesteldheid ten opsigte van die werk hê
- 'n passie vir die industrie hê, waaruit sal volg 'n passie om in die industrie te werk
- 'n redelik mate van opvoeding hê
- 'n toegewyde, gedissiplineerde, verantwoordelike en betroubare werker wees
- oor entrepreneursvaardighede en -vermoëns beskik.

Sosiale vaardighede. Die persoon moet:

- oor die vermoë beskik om redelik gou aan te pas in 'n werksomgewing
- goed in 'n span kan saamwerk
- die nodige agtergrond hê om sekere aspekte te kan bevraagteken.

Intellektuele vaardighede. Die persoon moet:

- intelligent wees veral in maatskappye wat navorsingsinstitute is
- 'n ingeboude nuuskierigheid hê om meer te wil weet en te vorder in die maatskappy
- onafhanklik kan werk, 'n toegewyde werker wees en oor die vermoë beskik om probleme binne werksverband te kan oplos
- oor verskeie vaardighede beskik soos byvoorbeeld navorsingsvaardighede en innoverendheid.

Rekenaarvaardighede. Die persoon moet:

- effektief gebruik kan maak van tegnologie
- rekenaargeletterd wees.

Samevatting

Uit die bostaande kan afgelei word dat verskeie vaardighede belangrik is, maar daar nie 'n spesifieke tipe is wat voorrang geniet nie. Die sosiale vaardighede asook die persoon se persoonlike karaktereienskappe is van groot belang vir die industrie omdat hierdie eienskappe in 'n groot mate bepaal hoe die persoon aanpas in die werksomgewing asook in hoe 'n mate hy/sy tot die effektiewe funksionering van die industrie sal kan bydra. Intellektuele

vaardighede is baie belangrik, maar dit hang af van die posvlak sowel as die tipe werk wat die persoon gaan verrig.

Tans is daar nie 'n bedryf, hoe klein ook al, wat nie op 'n rekenaarselsel aangewese is om effektief te funksioneer nie. Rekenaarselsels word onder andere in die industrie aangewend vir komplekse industriële prosessering, boekhouding, vooruitskousing, beplanning, ensovoorts. Die koms van internet en e-pos het 'n nuwe dimensie aan die verspreiding van data verleen. Vergeleke met die verlede kan 'n groot volume inligting binne 'n baie kort tydsbestek aan 'n groot getal ontvangers gestuur word. Rekenaarselsels is dus, hoewel onregstreeks, van kardinale belang in die werksomgewing, sowel as vir persoonlike gebruik, en dit bring mee dat die individu oor 'n sekere mate van rekenaarvaardighede moet beskik.

d) Wetenskap-, ingenieurs- en tegnologie-verwante dissiplines word deur leerders beskou as baie moeilik. Kan die industrie 'n rol speel om die beeld reg te stel en indien ja, watter voorstelle het u?

Motivering hoekom die vraag gevra is: Met hierdie vraag is gepoog om die industrie se mening te bepaal oor:

- die mate waarin hulle betrokke kan wees by die regstelling van die beeld wat leerders van die genoemde dissiplines het
- hoe die betrokkenheid moet geskied.

Die industrie het beslis 'n baie groot rol te speel in die verbetering van leerders se persepsies, veral inaggenome sy posisie as grootste enkele gebruiker van die menslike hulpbronne wat deur die skoolstelsel ontwikkel word. Respondente is van mening dat die idee wat leerders het dat wetenskap, ingenieurswese en tegnologie baie moeilike rigtings is om in te studeer, slegs die gevolg van 'n negatiewe persepsie is. Hierdie spesifieke rigtings word as moeilik beskou, grotendeels as gevolg van leemtes wat daar in die ervaringsveld van leerders mag voorkom, of as gevolg van 'n tekort aan goeie rolmodelle in sekere gemeenskappe. Bogenoemde menings neem egter nie die moeilikheidsgraad of die implikasie daarvan vir die leerders in ag nie (ook genoem in §2.6.1).

IR7 sê die volgende:

In gevalle waar die leerders afkomstig is uit landelike gebiede asook die agtergeblewe gemeenskappe, het hulle nie eens die basiese blootstelling aan elektrisiteit nie. Wanneer hulle dus dié teorie op skool behandel, is dit vir hulle vreemde konsepte waarmee hulle nie verbande kan trek nie. Baie van die leerders het geen benul oor hoe 'n gloeilamp lyk asook hoe dit werk nie. Hulle weet ook nie wat elektrisiteit is nie, maar hulle moet dit leer en begryp.

Die industrie kan 'n rol speel deur die leerders blootstelling te gee aan en ondervinding te gee in die verskeie aspekte waarvan hulle nie ondervinding het nie. IR7 verklaar dat *'n prentjie in 'n boek sê vir 'n kind absoluut niks nie; die kind moet dit fisies self ervaar om regtig 'n waardering daarvoor te ontwikkel*. Die respondente is van mening dat die leerders gekonfronteer moet word met die praktiese sy van die daaglikse werksituasie, sodat die gaping tussen die teorie en praktyk kan vernou. Dit kan op verskeie maniere gerealiseer word. Die aanbidding van gereelde werkswinkels deur die industrie kan help om leerders bloot te stel aan wat die bedryf behels en watter uitdagings daar is. Tydens sulke sessies moet leerders kan sien hoe die teorie wat hulle in die klas leer in die praktyk toegepas word. Die industrie kan betrokke raak deur byvoorbeeld kompetisies tussen verskillende skole te reël of deur geleenthede te skep waarin leerders blootgestel word of deur rolmodelle uit die gemeenskap te gebruik om dit by leerders tuis te bring dat die spesifieke velde nie werklik so moeilik is as wat hulle dink nie.

Ook jong werkers kan gebruik word om die industrie te bemark en ander leerders te motiveer deur die boodskap oor te dra dat wetenskap nie so moeilik is nie en dat, as jy bereid is om hard te werk, jy groot suksesse in die spesifieke rigtings kan behaal. Verder kan maatskappye van hulle werkers as mentors aanstel om sodoende die praktiese toepassing van die werk aan sekere leerders te demonstreer en terselfdertyd leerders bloot te stel aan wat die toekomstige beroep behels. Dit is belangrik dat leerders reeds op 'n jong ouderdom blootgestel word aan hoe die industrie funksioneer.

'n Verdere konsep wat dringende aandag moet geniet, is die opleiding van onderwysers. Die doel van die opleiding moet wees om onderwysers toe te rus met die nodige vaardighede en vermoëns sodat hulle die vak doeltreffend en verstaanbaar vir die leerders kan aanbied. In die opleiding moet klem gelê word op hoe die teorie by die praktyk inskakel en op hoe om die vak prakties te onderrig. Onderwysers moet gemotiveer word om goeie kommunikasie met die industrie in die omgewing op te bou, sodat die leerders blootstelling kan kry aan veral die praktiese toepassing van die teorie. Maniere hoe dit kan plaasvind, is deur die reël van uitstappies na industrieë, uitnoodig van kundiges om leerders by die skool toe te spreek, reël van vakansiewerk wat leerders by industrieë kan doen, reël van ope dae waartydens leerders blootstelling kry aan verskillende beroepe.

e) Dink u dat die industrie 'n verantwoordelikheid het om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke. Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem?

Motivering hoekom vraag gevra is: Die doel van die vraag was eerstens om die mening van die verskillende respondente te bepaal oor hul verantwoordelikheid om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke en tweedens moontlike voorstelle oor hoe die betrokkenheid kan plaasvind.

Al die respondente het aangetoon dat die industrie definitief 'n sosiale verantwoordelikheid het om op alle vlakke van die onderwys betrokke te raak. Die industrie sal befondsing aan die onderwys moet voorsien. IR1 noem dat hulle maatskappy se grootste sosiale bydrae aan die onderwys gaan. Bykans 95% van die fondse wat beskikbaar is, word gebruik vir befondsing vir hierdie saak. Hierdie ondersteuning is meestal op primêre- en sekondêre vlak gerig en dit word slegs gebied vir akademiese ontwikkeling en die skep van infrastruktuur binne die skool. IR10 is egter van mening dat dit nie net moet geskied deur die befondsing en toekenning van beurse nie, maar dat daar ander maniere van betrokkenheid ook moet wees. Die respondent sê die volgende:

Daar is ander meer kreatiewe maniere om betrokke te raak. Hier kan ons byvoorbeeld dink aan die reël van ope dae by die industrie waar die leerders blootstelling kry aan die beroep en wat dit behels. Die fokusgroep kan reeds baie jong leerders wees. Geleenthede moet vir die studente geskep word om betrokke te raak by die werksplek gedurende vakansietye.

Verskillende wyses hoe die industrie betrokke kan raak, is reeds aangetoon in §2.2.3 van die literatuurstudie. Respondente stel voor dat mentorskap vir die leerders by die industrie georganiseer moet word. Projekte wat basiese sakebeginsels by leerders ontwikkel, moet ook geïnisieer word. Vir die opleiding van onderwysers sal befondsing beskikbaar gestel moet word vir projekte wat die tersiêre inrigtings aanbied. Verder sal die industrie op sekondêre vlak by die leerders betrokke moet raak. Die betrokkenheid kan geskied deur uit die verskillende skole die leerders te identifiseer wat in siviele ingenieurswese wil studeer. IR11 het tot die volgende slotsom gekom.

Leerders wat in siviele ingenieurswese wil studeer, word in Graad 10 geïdentifiseer. Hulle word oor 'n naweek bymekaargebring en videos word gewys oor wat die beroep behels. 'n Aantal leerders word gekies vir wie die maatskappy dan as mentor gaan optree en die maatskappy befonds ekstra wiskunde- en wetenskapklasse vir die leerders asook verdere en tersiêre opleiding. Wanneer hulle tersiêre opleiding voltooi is, word hul in die maatskappy opgeneem.

Die betrokkenheid van die industrie by die onderwys kan slegs suksesvol geïmplementeer word deur middel van 'n goeie kommunikasiesisteem tussen die industrie, die onderwysdepartement en die skool (verwys na Dembicki, 1999 in § 2.2.3). 'n Goeie kommunikasiesisteem is afhanklik van 'n deursigtige proses: elke rolspeler moet ingelig wees oor presies wat elkeen van die ander se behoeftes en verwagtings ten opsigte van sy/ haar eie betrokkenheid is.

f) *Watter faktore sal u of u onderneming motiveer om ondersteuning te gee aan 'n skoolprogram/skoolprojek?*

Motivering hoekom vraag gevra is: Die vraag se doel was om te bepaal watter faktore 'n maatskappy sal motiveer om ondersteuning te gee aan 'n skoolprogram/skoolprojek. Die response op die vraag sal potensiële kandidate wat wil aansoek doen om befondsing, leiding gee aan watter kriteria hulle moet voldoen indien hulle wil kwalifiseer vir befondsing.

'n Maatskappy sal slegs aan so 'n projek kan deelneem indien 'n meetbare, praktiese uitkoms daaraan gekoppel is. So 'n projek sal resultaatgeïntereerd moet wees en meetbare uitkomst vir beide partye is belangrik. 'n Vereiste is dat leerders 'n beter begrip van wat werklik in die onderneming gebeur, sal moet hê. Belangrik is dat dit 'n voordeel moet inhou vir die maatskappy. Daar word grotendeels gekonsentreer op praktiese uitkomst en IR9 sê dat:

... 'n tipe van 'n doellose projek nooit deur die industrie ondersteun sal word nie.

Verder moet daar 'n toename wees in studentetalle wat in ingenieurswese gaan studeer asook 'n toename in hoë kwaliteit werkers wat die industrie betree.

Uit bogenoemde inligting is dit duidelik dat die industrie slegs ondersteuning sal gee aan 'n skoolprojek/skoolprogram indien meetbare uitkomstes daaraan gekoppel kan word. Daar moet dus 'n redelike verstandhouding bereik word tussen wat die industrie verwag en die vermoë van die onderwysstelsel om aan hierdie uitdagings te voldoen. Die faktore wat die meetbare uitkomst van 'n skoolprojek/skoolprogram kan beïnvloed, sluit byvoorbeeld in:

- die samewerking tussen die skool, leerders, onderwysers en die industrie
- die sosio-ekonomiese omstandighede van die leerders
- die ingesteldheid van die leerders en die onderwysers
- in hoe 'n mate die doelstellings van die projek aan die leerders/skool se behoeftes voldoen.

g) *Watter vorm moet die ondersteuning aanneem? (befondsing, persoonlike tyd, tipe produkte of dienste, leerdervakansie-internskappe)*

Motivering hoekom vraag gevra is: Met die vraag wou bepaal word watter tipe van ondersteuning die industrie bereid is om aan die onderwysstelsel te gee. Die response verkry is soortgelyk aan dié verkry by vraag e in dié afdeling. Slegs die response wat verskil van die in vraag e sal hier bespreek word.

Respondente dui aan dat betrokkenheid deur middel van die volgende behoort plaas te vind:

- **Leerderinternskappe:** Leerders kan vakansietye by maatskappye werk en sodoende sal verseker word dat die leerder voldoende blootstelling aan die werksomgewing kry.
- **Mentorskap:** Op die wyse kan die leerder deur waarneming waardevolle ondervinding opdoen ten opsigte van die uitvoer van daaglikse pligte. Leerders word om veiligheidheidsredes nie toegelaat om self die werk te doen nie.
- **Persoonlike tyd van persone vanuit die industrie:** Dit sal 'n baie groot gewig dra as 'n persoon vanuit die industrie die skool toespreek. Die onderwysdepartement moet die nodige infrastruktuur daarstel sodat die implementering daarvan makliker kan geskied.

h) Wat verwag die industrie terug vir die ondersteuning genoem in vraag g?

Motivering hoekom die vraag gevra is: Met hierdie vraag wou bepaal word wat industrie se verwagtings is indien hulle ondersteuning aan 'n projek gee. Die reaksie verkry is soortgelyk aan dié verkry in *vraag f* genoem. Slegs dié wat verskil van *vraag f* sal bespreek word.

Daar is vier verwagtings wat uit die response gelys kan word, naamlik dat:

- dit sal bydra tot die ontwikkeling van potensiële, goeie kwaliteit persone wat onafhanklik kan dink en goed in 'n span kan saamwerk. Hierdie persone moet hul wend tot verdere studies in die wetenskap- en ingenieursrigtings.
- die belegging van geld in die projek die moeite werd moet wees en 'n waardevolle bydrae tot die gemeenskap kan maak
- die industrie 'n mate van erkenning vir hul bydrae tot die ondersteuning wil hê
- die leerders 'n waardering vir die wetenskappe, ingenieurswese en tegnologie sal ontwikkel.

Uit bostaande reaksie kan afgelei word dat die industrie verwag dat projekte waarin hulle geld belê, die moeite werd moet wees en dat dit 'n waardevolle bydrae sal lewer tot die voorbereidingsproses van toekomstige werkers vir die industrie.

3.4.2 Tersière inrigtings

Die groep dosente met wie onderhoude gevoer is, is tussen drie en twee- en twintig jaar by die Universiteit van Stellenbosch betrokke. Van die dosente was ook reeds by oorsese universiteite of by die industrie betrokke.

- a) *Met betrekking tot die aanpassing tussen skool en tersiêre inrigtings ondervind eerstejaars bepaalde probleme. Dui met 'n syfer (1 tot 5) aan in hoe 'n mate studente ten opsigte van die volgende aspekte probleme ervaar. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).*

Motivering hoekom vraag gevra is: Die doel van die vraag was om te bepaal wat dosente se mening is oor waarmee eerstejaarstudente die meeste probleme ondervind het.

In die vraelys is 'n skaal van een tot vyf gegee en die respondente moes die skaal gebruik om die vraag te beantwoord. Om die bespreking van die data makliker te maak, is kategorieë aan die skaal toegeken. Die syfer een toon aan dat geen probleme ondervind word, twee toon aan dat min probleme ondervind word, drie toon aan dat matige probleme ondervind word, vier toon aan dat baie probleme ondervind word en vyf toon aan dat ernstige probleme ondervind word. "Nie van toepassing" toon aan dat die persoon geen kommentaar gegee het nie. Die resultate word in die onderstaande Tabel 3.3 aangegee. Om die aspekte te vergelyk, word gewigte van onderskeidelik 0, 1, 2, 3, 4 aan die kategorieë: geen, min, matige, baie, ernstige toegeken en die ooreenstemmende frekwensies daarmee vermenigvuldig. Die som van die produkte word dan vir elke aspek bepaal (hierdie getal word dan in die totaal kolom in Tabel 3.3 getoon).

Tabel 3.3 Aspekte waarmee eerstejaarstudente probleme ondervind.

Aspekte	N.v.t.	Geen (×0)	Min (×1)	Matige (×2)	Baie (×3)	Ernstige (×4)	Totaal
Sosiale aanpassing	1	1	5	1	1	1	14
Akademie (studie-vaardighede)	1	0	3	1	4	1	21
Hantering van die volume werk	1	1	1	2	3	2	22
Moeilikeidsgraad van die werk	1	0	2	3	4	0	20
Onafhanklike uitvoer van opdragte	1	0	2	2	5	0	21

Hiervolgens word die minste probleme ten opsigte van sosiale aanpassing ondervind. Die ander vier kategorieë veroorsaak nagenoeg dieselfde mate van probleme.

- b) *Wat, volgens u mening, is die behoeftes wat persone van tersiêre inrigtings het ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak?*

Motivering hoekom vraag gevra is: Met hierdie vraag is gepoog om die mening van die rolspelers te kry oor die tersiêre inrigtings se verwagtings ten opsigte van die voorbereiding van leerders op skoolvlak.

Die ingenieurskursus vereis 'n hoë vlak van onderrig op skoolvlak en die toelatingsvereistes is eintlik ononderhandelbaar. Leerders moet 'n begrip vir natuur- en skeikunde ontwikkel en die kurrikulum wat deur die departement voorgeskryf word, suksesvol bemeester. TR2 toon in die verband aan dat:

...persone 'n goeie wetenskaplike grondslag moet hê. Uiteraard word daar spesifiek verwys na die vakinhoud, maar veral die toepassing daarvan. Leerders is dus veronderstel om voorspellings te maak.

Leerders moet probleemoplossings-, kommunikasie-, intellektuele-, wetenskaplike- en prosesvaardighede ontwikkel (sien ook ooreenstemmende standpunte in §2.3.3). Die leerinhoud wat beskikbaar is, moet van 'n goeie standaard wees om sodoende leerders in staat te stel om 'n goeie wetenskaplike basis te ontwikkel. Leerders moet 'n goeie begrip toon van die kennis waaroor hulle beskik en daar moet verhoed word dat hulle slegs die vakinhoud memoriseer. Onderrigaktiwiteite moet deeglik beplan word sodat die ontwikkeling van vaardighede bevorder sal word. Wetenskaplike projekte moet uitgevoer word en die aanbieding daarvan moet verstaanbaar wees. Dit is veral van toepassing op leerders uit agtergeblewe gemeenskappe. Die kweek van belangstelling in die vak word ook sterk beklemtoon. Die belangrikste vereiste wat aan die onderrigproses van die leerders gestel word, is die praktiese toepassings van die vak in die alledaagse lewe.

c) Wat is die grootste kommer wat u as dosent het rondom die onderrig van natuur- en skeikunde op skoolvlak en die uitwerking wat dit het op die student wat toetree tot die tersiêre inrigting?

Respondente is van mening dat onderwysers nie deeglike kennis en genoegsame opleiding vir doeltreffende aanbieding besit nie. Gevolglik ontwikkel die leerder nie genoegsame belangstelling vir die vak nie. Verder ontwikkel leerders 'n klomp wankonsepte. Die aanbieding van natuur- en skeikunde op hoër graad skrik die leerders af en gevolglik sal minder leerders toegang tot tersiêre inrigtings hê. By implikasie word minder onderwysers in natuur- en skeikunde en wiskunde opgelei en word daar gevrees dat dit sal lei tot 'n tekort aan opgeleide, gekwalifiseerde natuur- en skeikunde- en wiskunde-onderwysers en ook 'n uitwerking sal hê op die vermindering van eerstejaarstudente. Gemotiveerdheid en entoesiasme by onderwysers kry deurgaans aandag en soos reeds genoem, word dit beklemtoon in die response op *vraag b*. Bekwame en goeie onderwysers verlaat die onderwys as gevolg van die swak vergoedingspakkette wat deur die onderwysdepartement aangebied word. Dit sluit aan by standpunte uit die literatuur (§2.5.4).

Daar word te min gebruik gemaak van gevallestudies tydens die aanbieding van die vak. Deur die bestudering van gevallestudies, dit wil sê alledaagse gevalle en/of probleme wat in die industrie voorkom, kan leerders ervaring opdoen om probleme op te los. Wat tersiêre

inrigtings egter die meeste bekommer, is onderwysers, veral ten opsigte van aspekte soos akademiese opleiding, bekwaamheid, gemotiveerdheid, entoesiasme en die ervaring van die onderwyser. Gevolglik sal daar indringend aandag gegee moet word aan die nodige opleiding en ondersteuning van onderwysers (stem ooreen met literatuurbevindinge; sien § 2.3.5).

d) Dink u dat die huidige skoolstelsel leerders voldoende voorberei vir tersiêre opleiding en beroepe in die wetenskap, ingenieurswese en tegnologie?

Hierdie vraag word reeds gedeeltelik in *vrae b* en *c* beantwoord. Slegs die response wat nie in die genoemde vrae bespreek is nie, sal hier bespreek word. Alhoewel die huidige skoolstelsel voldoende is, is daar baie ruimte vir verbetering. Die groot vraag is egter hoeveel kennis en begrip die leerder moet hê voordat hy/sy na die universiteit kom. Verder is dit baie duidelik dat die situasie van skool tot skool verskil, en is daar veral 'n onderskeid tussen die stadskole, plattelandse skole, model-C skole en die staatskole.

Alhoewel sommige leerders goed toegerus by die universiteit aankom, is daar ook diegene wat nie voldoende toegerus daar aankom nie, as gevolg van die vorige onderwysstelsel (verwys na Ockert, 2002 in §2.3.1). Dit is veral op die gebied van die ontwikkeling van vaardighede op skoolvlak, naamlik onafhanklike, analitiese en laterale denke, probleemoplossing en studiemetodes waar daar baie ruimte vir verbetering is. Die onderwysers behoort onderrigaktiwiteite so te konstrueer dat dit die ontwikkeling van vaardighede bevorder.

e) Het u enige idees/voorstelle oor hoe wetenskaponderwys op skoolvlak verbeter kan word?

Die gegewe response kan in twee groepe verdeel word, naamlik die wat op die onderwyser en die wat op die onderrigproses betrekking het.

- Idees/voorstelle wat betrekking het op onderwysers:
 - * Die respondente toon aan dat opleidings- asook ondersteuningswerksessies vir die onderwysers van kardinale belang is om sodoende die vaardighede, kennis en onderrigstrategieë te bevorder (verwys na §2.3.5).
 - * Die lae status en vergoedingspakkette wat vir onderwysers aangebied word, sal na gekyk moet word om onderwysers meer entoesiasies en gemotiveerd te hou (sien Lewin, 2000 in §2.5.4). Daar moet pogings aangewend word om die goeie onderwysers wat kundig is om die vak aan te bied in die stelsel te behou.
- Idees/voorstelle wat betrekking het op die onderrig van die vak:
 - * Fundamentele konsepte moet in die klas onderrig word, maar die leerders moet ook selfstandig en onafhanklik kan optree, soos om self probleme te ondersoek,

inligting in te samel en antwoorde te soek in situasies wat as uitdagings beskou kan word (stem ooreen met literatuurbevindinge, verwys na §2.3.3).

- * Daar moet op 'n gereelde basis kontak tussen onderwysers en die dosente wees sodat die onderwysers laasgenoemde kan kontak indien hulp met die gebruik van praktiese apparaat asook met die onderrig van die vak benodig word.
- * Klaskamerdisipline, hetsy op akademiese of maatskaplike vlak, sal in 'n groot mate bepaal hoe die onderrigaktiwiteite in die klaskamer verloop. Asmal (2001a:3) huldig 'n soortgelyke standpunt.

- f) *Wat is u mening oor die inhoudelike kennis asook die kwaliteit van die kennis wat die student wat toetree tot die tersiêre inrigting het ten opsigte van natuur- en skeikunde?*
- g) *Is u tevrede met die mate van begrip wat studente het omtrent natuur- en skeikunde? Motiveer u antwoord asseblief.*

Die response van *vrae f* en *g* word gesamentlik bespreek. Leerders het wel 'n redelike tot 'n goeie kwaliteit kennis van die feite wat hulle veronderstel is om te hê, maar TR9 en TR10 voer aan dat baie groot probleme ondervind word met die bemeestering en toepassing van sodanige kennis. Die begripvlak van studente is kommerwekkend en word toegeskryf aan die feit dat leerders te veel resepte leer en te min insig ontwikkel oor die teorie wat behandel word (vergelyk Rademeyer, 2003 in §2.3.2). Gevolglik sukkel leerders wanneer hul gekonfronteer word om na te dink oor die werklike onderliggende beginsels. Die teorie waarvoor leerders beskik, is voldoende, maar die probleem lê by die praktiese uitvoerbaarheid daarvan omdat onderwysers of onbekwaam, of onvoorbereid is om die vak aan te bied. TR6 noem byvoorbeeld dat:

Dit is so dat die gemiddelde student se inhoudelike kennis altyd beter sal wees as die kwaliteit van die kennis, maar die bemeestering en toepassing daarvan sal die probleem bly.

- h) *'n Groot persentasie van die natuur- en skeikunde-onderwysers voel nie voldoende toegerus om die vak te onderrig nie? Wat dink u kan aan die probleem gedoen word?*

Die respondente meen dat daar op 'n gereelde basis leiding gegee moet word, asook dat hulle gereeld nuwe inligting en opleiding moet kry deur die aanbieding van werkswinkels. Die bywoning van opknappingskursusse by tersiêre inrigtings, programme soos TRAC, SunStep en Mikrochemie en IWWOUS sal dus prioriteit wees om onderwysers te help om die vak vir die leerders interessant en verstaanbaar aan te bied. By die tersiêre inrigtings is goed toegeruste laboratoria en hulpmiddels beskikbaar en hierdie fasiliteite kan vir die gebruik van skole beskikbaar gestel word. Onderwysers kan deur werkswinkels by te woon, opgelei word hoe om met die verskillende apparaat te werk en hoe om dit in die klas te gebruik. Sodoende

sal daar meer belangstelling en entoesiasme vir die vak gekweek word. Opvoedkundige uitstappies/besoeke is ook belangrik om belangstelling te prikkel en te behou.

Daar is deesdae 'n groot aanvraag na bekwame, gekwalifiseerde onderwysers in die veld en daar sal gekyk moet word hoe om vergoedingspakkette aantrekliker te maak. Die tersiêre inrigtings en die NROO's kan 'n groot rol speel by die ondersteuning en opleiding van onderwysers. Laasgenoemde kan daartoe lei dat daar meer belangstelling in en entoesiasme vir die vak gekweek word.

- i) *Dink u dat tersiêre inrigtings 'n verantwoordelikheid het om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke? Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem (befondsing, persoonlike tyd, tipe produkte of dienste, werkswinkels, ens)?*

Betrokkenheid word op alle vlakke hoog aangeskryf (ook genoem in §2.3.4), veral met die fokus op skole in die agtergeblewe gemeenskappe en landelike gemeenskappe om toelating tot tersiêre inrigtings te verkry. Spesiale befondsing moet beskikbaar wees om die betrokkenheid op 'n meer georganiseerde en doelgerigte wyse te laat plaasvind. Insette van dosente wat skole besoek om daar betrokke te raak, sal meer effektief wees indien die regte infrastruktuur daarvoor geskep word. Dit is egter belangrik dat die skoolstelsel nie 'n las vir die inrigting sal wees nie. Betrokkenheid kan dus die volgende vorms aanneem: befondsing, ondersteuning aan skole deur die aanbieding van werkswinkels vir leerders sowel as onderwysers, voorsiening van infrastruktuur, stimulering van leerders in die hoër klasse, beskikbaarstelling van fasiliteite, opleiding en voortgesette onderwys vir onderwysers in die vorm van kort opknappingskursusse.

- j) *Watter faktore sal u of die tersiêre inrigting motiveer om ondersteuning te gee aan 'n skoolprogram/skoolprojek?*

Die tersiêre inrigtings sal ondersteuning bied, mits hulle voordeel uit die proses kan trek deur goeie studente te werf en indien die land se ekonomie daardeur versterk sal word. Samewerking in dié sin beteken dat die tersiêre inrigtings skole sal bystaan om leerders beter op te lei, indien sulke skole onderneem om van hulle goeie leerders na die BSc.Ed- kursus te kanaliseer en wanneer hulle afgestudeer is, weer in diens te neem. Om die tekort aan gekwalifiseerde onderwysers aan te spreek, moet daar 'n poging aangewend word om te verhoed dat hulle hul tot ander instansies as skole sal wend.

- k) *Wat verwag die tersiêre inrigtings terug vir die ondersteuning genoem in vraag i?*

Die response op die vraag stem baie ooreen met dié in vraag j. Om herhaling te vermy, sal slegs die verwagtings wat nog nie genoem is nie, in die vraag bespreek word.

Die volgende verwagtinge is van belang, dat:

- daar kapasiteit geskep moet word om hulle kundigheid beskikbaar te stel
- leerders deur die ondersteuning beter opgelei en meer voorbereid sal wees vir die tersiêre inrigtings
- daar 'n toename sal wees in die aantal leerders wat natuur- en skeikunde op hoër graad op skoolvlak neem
- meer studente hulle sal kwalifiseer in die tegnologie-, ingenieurs- en wetenskaprigtings.

3.4.3 Onderwysdepartement

Drie verteenwoordigers van die Wes-Kaapse Onderwysdepartement (WKOD) is vir die onderhoudsessies gebruik.

a) Met inagneming van u ondervinding by die onderwysdepartement, wat is u opinie oor die huidige stand van wetenskap- en natuur- en skeikunde-onderwys in Suid-Afrika?

Die respondente is van mening dat die huidige stand van natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwys deur verskillende faktore beïnvloed word. Hierdie faktore kan as volg gelys word:

- ODR1 toon aan dat wat die aantal leerders wat natuur- en skeikunde aanbied, die tendens deesdae is:

...dat daar 'n toename is in die aantal Swart leerders wat natuur- en skeikunde aanbied, die aantal Blanke leerders wat die vak aanbied konstant gebly het en dat daar 'n afname is in die aantal Kleurlingleerders is wat die vak aanbied.

Die voorafgaande stelling het geweldige implikasies vir die wetenskap aangesien daar minder Kleurlingleerders kwalifiseer in die rigtings terwyl daar 'n toename in die aantal Swart leerders is wat die vak aanbied. Laasgenoemde impliseer egter nie noodwendig dat die leerders die vak suksesvol aanbied nie.

- Die afname in die getal leerders wat natuur- en skeikunde op hoër graad neem. Dit is 'n groot knelpunt omdat natuur- en skeikunde hoër graad in meeste van die gevalle 'n toelatingsvereiste vir sekere wetenskap- en ingenieursrigtings op tersiêre vlak is (sien Howie & Hughes, 1998 in §1.1). Dit beteken ook dat die getal leerders wat tot 'n hoër vlak van die denke in dié vakgebied opgelei word, voortdurend afneem.
- Die uitdaging in die Wes-Kaap is om aan onderwysers wat nie gekwalifiseerd is om die vak aan te bied nie, ondersteuning te gee, want net 70% van die onderwysers is

gekwalfiseerd. In die ander provinsies is daar nog baie meer van die ongekwalifiseerde- en ondergekwalifiseerde onderwysers (ook genoem deur Beute & Mvalo, 2000 in §2.4.3).

b) Volgens betroubare literatuurbronne bestaan daar 'n krisis in die natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwys. Wat is die departement se standpunt omtrent die stelling en indien 'n krisis wel bestaan, wat word deur die departement gedoen om die krisis te probeer oplos?

Daar bestaan uiteenlopende menings oor hierdie aspek. Met die rasionaliseringsproses het heelwat van die goed gekwalifiseerde en ervare natuur- en skeikunde-onderwysers die beroep verlaat (vergelyk ook Howie, 1999 in §2.5.3). Gevolglik het die leerdertal per onderwyser geweldig toegeneem. 'n Verdere probleem is dat onbekwame- en ongekwalifiseerde persone nou wetenskap onderrig. Sulke krisisse word voorgehou as 'n algemene verskynsel wat wel oorkom en opgelos kan word.

Met die implementering van die UGO-benadering word baie probleme ondervind as gevolg van gereelde wysigings aan die program (Chisholm, 2000 in §2.5.1). ODR3 dui aan dat onderwysers nog baie opleiding benodig om met vertroue die UGO-benadering in die klaskamer te implementeer.

ODR1 dui aan dat probleme ontstaan deur die onvermoë van die onderwyser om die vak op die hoër graad aan te bied. ODR2 dui aan dat een van die probleme wat uit voorgenoemde spruit, die feit is dat onderwysers die maklikste uitweg kies deur leerders te ontmoedig om die vak op die hoër graad aan te bied. Toegang tot sekere universiteitskursusse word dus vir die leerders beperk omdat hulle nie die vak op die hoër graad aanbied nie (Kahn, 2001 in §2.3).

Die volgende strategieë word deur die WKOD ontwikkel om die krisis die hoof te bied:

- die implementering van die nuwe onderwysbestuur- en ontwikkelingsentrums (OBOS'se)
- die skep van onderhoudende netwerke ("clusters") met die onderwysbestuur- en ontwikkelingsentrums,
- die sluit van vennootskappe met NROO's
- die ontwikkeling van 'n wetenskap- en tegnologiesentrum in die Wes-Kaap.

Hierdie strategieë word volledig in hoofstuk 4, in die afdeling oor die onderwysdepartement se bydrae tot die aanspreek van onderwysbehoefte, bespreek.

Soos reeds genoem, is die voorgestelde planne van die WKOD om onderwysers met vaardighede te bemaatig en om onderlinge samewerking tussen onderwysers te bewerkstellig

prysenswaardig, maar die praktiese uitvoerbaarheid daarvan is nie in alle gevalle haalbaar nie. 'n Tekort aan plaasvervangeronderwysers, onderwysers wat oorvol skoolprogramme het en die algemene lae moreel van onderwysers strem hierdie doelstellings.

- c) *Wat word deur die departement gedoen om vas te stel of natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwysers voldoende met die nodige kennis en vaardighede toegerus is om die vak te onderrig?*

Motivering hoekom die vraag gevra is: Deesdae is die situasie anders as in die verlede, want enige persoon hetsy gekwalifiseerd of ondergekwalfiseerd, word aanvaar om natuur- en skeikunde aan te bied. Laasgenoemde is juis die gevolg van 'n tekort aan gekwalifiseerde onderwysers.

Die respondente noem dat die volgende aksies wat deur die WKOD geïmplementeer word om vas te stel of natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwysers voldoende met die nodige kennis en vaardighede toegerus is om die vak te onderrig. Klem word gelê op die kurrikulumdienste wat fokus op ondersteuning van onderwysers se behoeftes. Kurrikulumdienste loods byvoorbeeld aksies soos klasbesoeke deur die kurrikulumadviseur op aanvraag van 'n skool of in opdrag van die WKOD. Tydens die sessies word gefokus op hoe om effektiewe beplanning te doen, hoe om moeilike werk aan te bied en die gebruik van verskillende onderrigstrategieë.

Nog 'n aksie van die WKOD is geleentheid waar onderwysers in groeps- en vakvergaderings bymekaar kom om mekaar te motiveer. In dié sessies word daar gefokus op probleme waarmee onderwysers elke dag in die klas gekonfronteer word, met die doel om oplossings daarvoor te probeer vind.

Ondersteuning word ook gegee deur middel van werksinkels en opknappingskursusse. Tydens die sessies word onderwysers gehelp om aan die kriteria van die vakvereistes te voldoen.

- d) *Watter aksies word deur die departement geïnisieer en geïmplementeer om natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwysers toe te rus om die vak beter te onderrig?*

Die aanbieding van werksinkels is belangrik, veral dié wat fokus op die ondersteuning van UGO-onderrig. Skole in 'n spesifieke area moet aangemoedig word om moderering van jaarwerk in groepsverband te doen. Op hierdie manier word die onderwysers bewus gemaak van dié spesifieke standarde wat gestel moet word. Ter ondersteuning noem ODR3 dat:

...moderering moet ook as 'n ontwikkelingsproses beskou word, want daar word nie net na punte gekyk nie, maar bespreking vind op 'n een tot een basis plaas ten opsigte van waar verbetering aangebring kan word.

In die verlede het die WKOD 'n program wat bekend gestaan het as die FITNESS- program in die Wes-Kaap bedryf. Baie van die onderwysers het nie die kursus suksesvol voltooi nie, omdat hulle geen verantwoordelike sin getoon het nie. ODR2 noem dat 'n persoon slegs sukses in 'n kursus sal behaal, indien hy/sy 'n finansiële bydrae lewer.

Die WKOD gee spesiale aandag aan die opleiding van Graad 12 onderwysers wat ondergekwalfiseerd is. 'n Gevorderde Onderwysertifikaat (GOS) kan byvoorbeeld na suksesvolle voltooiing van die kursus verwerf word. Sommige van die aksies is reeds in *vraag c* bespreek.

e) Wat is die departement se standpunt oor die betrokkenheid van universiteite (tersiêre inrigtings) en ander organisasies by onderwyseropleiding?

Betrokkenheid sal op 'n meer georganiseerde basis moet plaasvind (verwys na §2.4.5). In die verlede het slegs die onderwysdepartement die onderwysproses beplan en geïmplementeer, maar tans is die eise wat aan die onderwysstelsel gestel word, baie hoog. Gevolglik word samewerking tussen die verskillende departemente, tersiêre inrigtings en NROO's sterk aangemoedig. Die nodige struktuur moet egter geskep word sodat die betrokkenheid op 'n meer georganiseerde basis kan plaasvind.

Samewerking om UGO doeltreffend te implementeer, is belangrik (sien §2.4.2). Tans is daar baie faktore wat daartoe bydra dat UGO nie suksesvol in die klas geïmplementeer kan word nie (sien §2.5.1). Die faktore behels die opleiding in UGO wat nie doeltreffend plaasvind nie en die gebrek aan duidelike riglyne. Duidelike riglyne waarvolgens die nodige opleiding aan onderwysers verskaf word, sal deur die Nasionale Departement van Onderwys neergelê moet word.

f) Gebruik 'n ☒ en toon aan tot watter mate ander organisasies toegelaat word/genader word om betrokke te raak by die bepaling van onderwysbeleid. Verduidelik u antwoord asseblief.

Een respondente het aangetoon dat dit matig toegelaat word en twee het aangedui dat dit baie toegelaat word. ODR1 noem dat die bepaling van onderwysbeleid 'n baie moeilike saak is en dat dit hoofsaaklik deur die nasionale regering gedoen word. Alhoewel die NROO's en tersiêre inrigtings as gevolg van 'n mannekragtekort reeds betrek is op die vlak van beplanning en aanbieding van werksinkels, is hulle nie betrokke by die bepaling van beleid nie. Die betrokkenheid van die industrie by die beplanningsfase sal slegs kan geskied as daar infrastruktuur geskep word deur middel van duidelik gedefinieerde riglyne en 'n goeie kommunikasiestelsel. ODR2 sê dat die industrie se betrokkenheid voorheen net vir befondsing ge-oogmerk was, maar dat daar nog steeds ruimte vir verbetering ten opsigte van andersoortige betrokkenheid is.

g) *Die verskillende rolspelers van onderwys is van mening dat hulle nie genoeg insae het in die beplanningsfase van die onderwys van die leerders nie, alhoewel daar sterk op hul gesteun word vir die finansiële ondersteuning van projekte. Gebruik 'n ☒ en toon u opinie aan oor die industrie se betrokkenheid by onderwys? Verduidelik u antwoord asseblief.*

Die menings wat gegee word, is dat:

- die WKOD baie sterk op enige hulp steun, nie noodwendig net finansiële hulp nie
- kurrikulumadviseurs baie dun gesaai is en enige ondersteuning deur NROO's, tersiêre inrigtings en die industrie verwelkom word
- ondersteuning van die industrie en ander rolspelers in die algemeen verwelkom word, maar om dit suksesvol te koördineer, die neerlegging van definitiewe kriteria vereis. ODR1 dui in dié verband aan dat:

... 'n benadering van samewerking tussen al die belanghebbendes gevolg moet word en dit 'n proses is wat deur duidelike kriteria gerig moet word.

h) *Gebruik 'n ☒ en toon u mening aan oor die verantwoordelikheid van die industrie om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke.*

Betrokkenheid is belangrik, alhoewel dit nie noodwendig finansiële ondersteuning impliseer nie, maar ook ander soort betrokkenheid soos byvoorbeeld die reël van ope dae, wetenskapkompetisies en inligtingssessies waartydens leerders deur kundiges toegesprek word.

i) *Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem (befondsing, persoonlike tyd, tipe produkte of dienste soos werkswinkels, ens)?*

Die response op hierdie vraag stem in 'n groot mate ooreen met die beantwoording van vorige vrae. "Learnerships" is 'n konsep wat bygevoeg moet word. Dit behels die blootstelling van leerders aan die eise wat die beroep stel. Blootstellingsgeleenthede kan vir leerders geskep word en sodoende kan leerders vir daardie beroepe opgelei word.

j) *Volgens statistiek het die leerdergetalle in natuur- en skeikunde hoër graad die afgelope jare afgeneem. Het u enige idees hoekom dit die geval is en is daar enige aksies van die onderwysdepartement se kant om hierdie wesentlike probleem die hoof te bied?*

Daar word aangetoon dat onderwyskwalifikasies 'n groot rol speel, asook die vermoë van die onderwysers om die vak op die hoër graad aan te bied. As gevolg van die rasionaliseringsproses is daar 'n tekort aan gekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers. Die ongekwalfiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers is in baie gevalle nie in staat om die moeilike werk vir die leerders te ontsluit en sodoende die leerders tot 'n hoër vlak van denke

te lei nie. Die moeilikheidsgraad van die vrae in die hoër graad vraestel neem jaarliks toe, maar die handboeke wat as bron van ondersteuning vir die leerders moet dien, bly onveranderd.⁵ Gevolglik word leerders daardeur afgeskrik.

Tans word skole geklassifiseer as goeie of swak skole na aanleiding van hul uitslae. Leerders word aangemoedig om die vak op die standaardgraad aan te bied om sodoende te verseker dat die slaagsyfer van die skool verbeter of baie hoog bly (ook genoem deur Kahn, 2001; Mackay, 2001; Taylor, 2001 in §2.4.1). Daar word kommer uitgespreek omdat min leerders natuur- en skeikunde en wiskunde op hoër graad aanbied.

Deel van die vraag was ook dat die respondente moes aantoon watter aksies die WKOD beplan om die probleem te probeer oplos. Die WKOD moet die aanbieding van natuur- en skeikunde op hoër graad aanmoedig deur deeglike voorbereiding van natuur- en skeikunde-onderwysers in die vorm van 'n GOS-program. Die primêre doel van so 'n kursus is om die ongekwalifiseerde- en ondergekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers wat Graad 10 tot 12 onderrig, die geleentheid te gee om 'n sertifikaat te verwerf wat gerig is op die verbetering van hulle vermoë om die vak te onderrig.

k) Gebruik 'n ☒ en toon aan tot watter mate leerders probleme ondervind met die inhoud van natuur- en skeikunde?

Uiteenlopende menings word gehuldig en daar word onderskeid getref tussen eerstens, die goeie en die minder goeie leerder, tweedens, akademiese goeie en minder goeie skole en derdens, onderrig deur bekwame en minder bekwame onderwysers. Goeie leerders sal noodwendig minder probleme ondervind met die natuur- en skeikunde-vakinhoud. Sosiale en maatskaplike faktore het tot gevolg dat sommige skole 'n agterstand ontwikkel. Dit impliseer noodwendig probleme wat ondervind word.

l) Gebruik 'n ☒ en toon u mening aan omtrent die gemiddelde leerder se begrip ten opsigte van natuur- en skeikunde. Motiveer u antwoord asseblief.

Uiteenlopende menings is uit die response verkry. Die onderwyser word by uitstek beskou as die bepalende faktor vir leerders se verstaan van die werk. Indien die onderwyser se begrip eng is, word die leerder ook nadelig beïnvloed. In laasgenoemde gevalle ervaar leerders die vak as sinneloos en toon geen verdere belangstelling daarin nie.

Daar word ook aangetoon dat leerders sekere tekortkominge het ten opsigte van sekere hoëvlak denkvaardighede wat die kern vorm van goeie begripsvorming. Die ontwikkeling van dié vaardighede word nie deur die onderwyser in die klas bevorder nie, en die onderrigaktiwiteite wat gebruik word, dra nie daartoe by dat leerders begrip vorm nie. Die

⁵Hierdie stelling is volgens die skryfster aanvegbaar.

vaardighede is byvoorbeeld die vaslegging van teorie, waarneming, beplanning, interpretasie en die maak van afleidings.

Hiërdie vaardighede sal leerders in 'n groot mate help met die beantwoording van eksamen vrae, die voltooiing van navorsingsondersoeke en die integrasie van die teorie met die praktyk. ODR2 noem dat wat die eksamens betref 'n:

...nuwe tipe van vraagstelling gebruik word. Vrae waar leerders gevra word om te verduidelik, beskryf, en hul mening te gee, word in die eksamen vraestelle gevra. Hierdie tipe vraagstelling kan aantoon of die leerders wel 'n goeie begrip van die werk het.

Die tendens is dus dat die eksaminering behoort te bepaal in hoe 'n mate die leerders die teorie begryp en kan toepas in die praktyk.

m) Maak gebruik van 'n ☒ en toon u opinie aan of leerders voldoende op skoolvlak voorberei word vir die verwagtings wat die tersiêre inrigtings asook die industrie aan hulle gaan stel.

Die oorwegende mening is dat leerders nie voldoende voorberei word nie (sien soortgelyke literatuurbevindinge in §2.4.1). Dit kan deels die gevolg wees van die onderwyser wat die leerders lepelvoer om die skool se eksamenuitslae goed te laat lyk. Leerders is nie selfstandig genoeg om onafhanklik van die onderwyser te dink of opdragte uit te voer nie, wat juis 'n belangrike invloed gaan hê op verdere studies. Volgens die tradisionele onderwysstelsel is leerders in 'n mate onvoldoende voorberei vir die verwagtings wat die tersiêre inrigtings en industrie aan hulle stel. Die UGO-benadering wat tans geïmplementeer word, beklemtoon die ontwikkeling van vaardighede wat leerders hopelik beter sal voorberei vir die verwagtings wat die inrigtings aan hulle gaan stel.

Die huidige leerprogram is tans redelik vol en die leerders word in 'n kort tyd blootgestel aan baie teorie waarvoor hulle in die meeste van die gevalle geen begrip toon nie. ODR2 sê dat met die nuwe UGO-benadering daar juis wegbeweeg word van die manier om leerders toe te gooi met baie kennis en dat die ontwikkeling van vaardighede liefds aangemoedig moet word.

3.4.4 Onderwysers

Vyf onderwysers wat natuur- en skeikunde vir Grade 8 tot 12 aanbied, is vir die onderhoudsessies gebruik.

Vrae aangaande leerders

a) Wat is die grootste kommer wat u as onderwyser het oor die onderrig van natuur- en skeikunde op skoolvlak en die effek wat dit op die leerders het?

Die volgende menings is gegee, dat:

- die vak besig is om dood te bloei. Daar is nog baie belangstelling in Graad 10, maar die belangstelling in die hoër grade neem af
- die vak afgeskeep word en al hoe minder leerders natuur- en skeikunde neem
- natuur- en skeikunde 'n moeilike vak is en baie van die leerders nie die mas opkom nie
- leerders met sekere begrippe sukkel en hulle wiskunde agtergrond nie voldoende is nie. Dit maak dit vir hulle baie moeilik om voort te gaan met die Graad 11 natuur- en skeikunde-leerprogam, veral omdat daar baie van wiskunde gebruik gemaak word
- die houding en ingesteldheid van leerders ten opsigte van natuur- en skeikunde en ook teenoor die leerproses nie in die algemeen positief is nie.

OR1 sê die volgende:

Baie van die leerders toon 'n traak-my-nie-agtige houding en hulle is nie gemotiveerd om die vak te neem nie. 'n Mens kan alles in jou vermoë doen, maar as die leerders se houding nie reg is nie, sal jy niks met hulle kan bereik nie.

By 'n tegniese skool is natuur- en skeikunde 'n verpligte vak tot matriek, maar baie van die leerders is nie in staat om dit te neem nie.

Omdat daar nie genoeg geleenthede geskep word vir onderwyseropleiding nie, word die onderrigproses vir die leerders bemoeilik. Onbekwame- of ongekwalfiseerde onderwysers gee nie kwaliteit onderrig aan die leerders nie en gevolglik het dié leerders 'n agterstand wanneer hulle die skool verlaat. Die respondente voer aan dat groot klasse nadelig inwerk op individuele onderrig en terselfdertyd die taak bemoeilik om veral leerders wat probleme met wankonsepte het, te identifiseer. Omdat die vakkurrikulum redelik vol en tydsgebonde is, gee dit daartoe aanleiding dat die leerder wat probleme met die vak ondervind, in die klas verlore raak. In sommige gevalle skeep die onderwyser ook die praktiese komponent van die vak af (vergelyk Muwange-Zake, 2001 in §2.5.2).

Bostaande bespreking toon aan dat die grootste bekommernis van die onderwysers is dat die leerders nie voldoende voorberei word vir die vak natuur- en skeikunde nie en gevolglik 'n negatiewe houding daaroor ontwikkel. Verskeie faktore, onder andere onbekwame- of onopgeleide onderwysers, oorvol klasse wat tot gevolg het dat individuele hulp/ondersteuning aan die leerders nie kan plaasvind nie, skole waar die infrastruktuur en dissipline van so 'n aard is dat dit nie leer bevorder nie en 'n vakkurrikulum wat redelik vol is, dra by tot die onvoldoende voorbereiding van die natuur- en skeikunde-leerder (sien Howie, 1999 in §2.6). Al die genoemde faktore dra daartoe by dat die opvoedingsintervensies wat op leerders gerig is, nie doeltreffend kan plaasvind nie en gevolglik ervaar die leerders die vak as moeilik en oninteressant.

b) Wat is volgens u die grootste behoefte wat die leerder rondom natuur- en skeikunde as vak het?

Om die vak relevant aan te bied, is belangrik met die oog op toepassing daarvan. Leerders wil die toepassing van die teorie in die alledaagse lewe raaksien, maar tans ervaar leerders die vak as slegs 'n klomp teoretiese kennis wat hulle nie verstaan of enige begrip voor het nie (ook genoem deur Osborne & Collins, 2000 in §2.6.3). Gevolglik besef hulle nie die waarde van die vak nie en dit gee daartoe aanleiding dat hulle 'n negatiewe ingesteldheid teenoor die vak ontwikkel.

Die respondente dui ook aan dat leerders 'n behoefte het om meer oefening te kry in hoe om die wetenskap te benader, hoe om data te verkry, hoe om data te analiseer, hoe om inligting te verwerk, hoe om gevolgtrekkings en afleidings te maak en ook 'n behoefte het om meer blootstelling te kry aan praktiese werk. Dit is soortgelyk aan die standpunte van Frost (1997) en Abraham en Rambuda (1999) in §2.6.2. Baie van die genoemde vaardighede ontbreek by die leerders en gevolglik sukkel hulle om praktiese werk uit te voer en inligting te verwerk asook om opdragte wat gebaseer is op die vaardighede, te voltooi.

Individuele aandag (onderrig) word verlang om probleme wat ondervind word, op te los. Die respondente is van mening dat die probleme in 'n groot mate toegeskryf kan word aan 'n tekort aan genoegsame agtergrondkennis wat weer toegeskryf kan word aan faktore soos die tekort aan gekwalifiseerde en kundige onderwysers.

c) Watter probleme ondervind u aangaande die leerder in natuur- en skeikunde oor hul houding met betrekking tot die vak?

Respondente is van mening dat die leerders uiteenlopende belangstelling ten opsigte van die vak toon, juis as gevolg van die feit dat hy/sy deur die ouers voorgeskryf word om die vak te neem. Baie leerders is nie vir die vak aangelê nie en begin negatiewe houdings en -belangstellings jeens die vak ontwikkel.

OR5 beweer dat seuns makliker met die teorie identifiseer as wat die geval met meisies is, omdat dit in baie gevalle reeds deel van hul praktiese ervaringsveld is:

...seuns 'n positiewe ingesteldheid ten opsigte van die vak het, dit interessant vind en as 'n uitdaging beskou.

Meisies daarenteen is meer antagonisties teenoor die vak, veral wat betref moeilike gedeeltes van die werk soos elektrisiteit, vektore, kragte, ensovoorts. Dit kan die gevolg wees van die verskillende wyses waarop seuns en meisies grootgemaak word. Seuns word van vroeg af gestimuleer deur hul pa's, familie of die omgewing om 'n belangstelling in toepassings van natuur- en skeikunde te hê. Meisies daarenteen word weer anders gestimuleer. Voorgenoemde

menings kan moontlik verduidelik hoekom vroulike leerders swakker vaar in wetenskap (sien ook Asmal, 2003 in §2.4.1).

d) Volgens u mening, waarmee ondervind die leerder in die natuur- en skeikunde-klaskamer die meeste probleme? Dui met behulp van 'n syfer (1 tot 5) aan.

Onderrigmetodes

Leerders ondervind oor die algemeen 'n groot probleem met die onderrigmetodes wat onderwysers gebruik. OR1 en OR2 het aangetoon dat wat onderrigmetodes betref, daar geen probleme by hulle skole is nie, want die onderwysers is goed opgelei en die onderrigmetodes is redelik goed. Van die respondente verwys ook na die onpraktiese manier waarop sommige onderwysers die werk oordra, soos om net voor die bord te staan en geen moeite te doen om die werk interessant en verstaanbaar aan te bied nie (ook genoem deur Wilkinson *et al.*, 1995 in §2.6.2). Dit is genoem dat kreatiwiteit aan die dag gelê kan word om die leerders meer gemotiveerd te maak.

Akademiese (studievaardighede)

Daar word by uitstek 'n probleem met studievaardighede ondervind. Blootstelling aan ander- of nuwe studiemetodes sal leerders help om akademies beter te presteer.

Die hantering van die volume werk

Onderwysers dui aan dat die leerders met die hantering van die volume werk goed vaar, maar dat hulle eksamens moeilik vind, veral wanneer die fisika- en chemiekomponente op een dag afgelê word.

Moeilikhedsgraad van die werk

Die groot uitdaging sal wees om natuur- en skeikunde vir die leerder op 'n maklik verstaanbare en interessante wyse aan te bied. Dit sal afhang van die tipe onderrigmetodes wat die onderwyser gebruik.

Die onafhanklike beplanning en uitvoering van opdragte

Baie leerders ondervind 'n probleem as gevolg van die feit dat hulle geïntellektueel word en nie geleer word om selfstandig en onafhanklik opdragte uit te voer nie.

Interpretasie van basiese vakkennis

Hier word die feit dat leerders nie opgelei word om onafhanklik te dink en opdragte uit te voer nie, weereens sterk beklemtoon.

Die toepassing van die vakkennis

Leerders het veral 'n probleem om hul teoretiese kennis te gebruik en projekte onafhanklik te kan uitvoer.

Die relevansie van die teorie in die moderne samelewing

Hierdie aspek is baie belangrik, maar nogtans ondervind die leerders probleme daarmee.

- e) *Maak gebruik van 'n [X] en toon u mening aan of die huidige skoolstelsel leerders voldoende voorberei vir tersiêre opleiding en beroepe in die wetenskap, ingenieurswese en tegnologie?*

Die oorwegende mening wat na vore kom, is dat daar leemtes voorkom in onder andere die samewerking tussen onderwysers en leerders, wat tot gevolg het dat leerders se volle potensiaal nie ontwikkel word nie. OR3 is van mening dat dit in die agtergeblewe skole nogal 'n groot probleem is omdat daar 'n tekort aan bekwame opgeleide onderwysers is en vakante poste hoofsaaklik deur onbekwame onderwysers gevul word.

- f) *Gebruik 'n [X] en toon u mening aan tot watter mate leerders probleme ondervind met die inhoud van natuur- en skeikunde.*

Daar word wel probleme ondervind, maar dit verskil van graad tot graad. OR5 sê dat daar in Graad 10 nie veel probleme met die inhoud ondervind word nie, want die werk is redelik eenvoudig. In Graad 11 word wel probleme ondervind, want die leerders ervaar die inhoud net as 'n klomp probleme wat uitgewerk moet word en gevolglik weet hulle nie waar die inhoud inskakel met die praktyk nie. Verder kan die probleem by die leerder self of by die onderwyser lê.

- g) *Gebruik 'n [X] en toon u mening aan omtrent die leerders se begrip ten opsigte van natuur- en skeikunde. Motiveer u antwoord asseblief.*

Respondente stem saam met Howie (1999 in §2.6) dat die begrip ten opsigte van die vak beperk is. Die algemene gevoel is dat leerders in Graad 10 'n redelike begrip toon, maar in Graad 11 ondervind hulle probleme. OR2 meen dat dit moeilik is om 'n mening te gee omdat die diversiteit van leerders in 'n klas groot is. Verder word genoem dat sommige klasse redelik goed is en hoë potensiaal het, maar dat daar terselfdertyd ook klasse voorkom waar die leerders ernstige probleme ondervind met begripsvorming. Daar word ook aangetoon dat leerders deesdae nie meer gemotiveerd is om self pogings aan te wend om die teorie te begryp nie. Ter motivering van dié stelling word respondent OR4 aangehaal:

'n Vergelyking kan tussen die leerders wat vroeër jare by die skool was en leerders wat deesdae hier is, getref word. Voorheen sou leerders indien hulle 'n probleem

gekry het, 'n oplossing daarvoor probeer soek, vir die onderwyser hulp vra indien hulle dit nie kon oplos nie, maar deesdae word geen ekstra poging aangewend nie.

Vrae oor onderwysers

Dit is bekend dat onderwysers in die uitvoering van hulle pligte bepaalde probleme ondervind.

a) Gebruik 'n ☒ en toon aan in hoe 'n mate u die volgende probleme ondervind.

Die natuur- en skeikunde-vakinhoud? Verduidelik asseblief.

Die respondente het aangetoon dat geen probleme ondervind word met die vakinhoud nie, omdat hulle opleiding voldoende was en daar genoeg materiaal is wat kan help om die vakinhoud aan te bied.

Die vakinhoud meer relevant aan die leerders oor te dra. Verduidelik asseblief.

Geen drastiese probleme is ondervind nie, maar tog ondervind sommige van die onderwysers somtyds 'n probleem om die vak meer relevant vir die leerders te maak, afhangende van watter afdeling van die werk behandel word. Natuur- en skeikunde het te make met aspekte wat rondom ons gebeur, so die onderwyser kan demonstrasies oor 'n bepaalde les uitvoer.

OR3 toon aan dat

Indien die vakinhoud relevant onderrig word, sal die teorie verminder moet word sonder om die leerder se voorbereiding negatief te beïnvloed

...die leerplan moet voltooi word, want dit is belangrik met die oog op die skryf van eksamens.

OR5 sê byvoorbeeld dat:

...wanneer druk behandel word, kan water in 'n plastieksak gegooi en gaatjies op verskillende plekke gemaak word en sodoende kan die werk op 'n eenvoudige manier vir die leerders prakties uitgebeeld word.

Om die teorie te verduidelik, alhoewel u dit verstaan. Verduidelik asseblief.

Probleme is as matig aangetoon en geen verduidelikings is by die vraag gegee nie. 'n Moontlike rede vir geen kommentaar is dat die onderwyser nie sal erken indien hy/sy wel probleme ondervind nie.

Die uitvoer van demonstrasies in natuur- en skeikunde. Verduidelik asseblief.

Twee het aangetoon dat hulle geen probleme ondervind nie, twee het aangetoon dat hulle baie min probleme ondervind en een het aangetoon dat hy/sy min probleme ondervind.

Onderwysers het aangedui dat probleme in 'n groot mate bepaal word deur die beskikbaarheid van apparaat en die teorie wat behandel word.

Die aanbieding van leerderpraktika. Verduidelik asseblief.

Die grootte van die klasse asook die beskikbaarheid van apparaat bepaal of leerderpraktika effektief uitgevoer kan word. Ook die dissipline van die leerders speel 'n groot rol. OR1 dui aan dat indien daar *belhamels in die klas voorkom, dit die uitvoer van leerderpraktika negatief kan beïnvloed*.

Die gebruik van rekenaargesteunde tegnologie in die onderrigproses.

Probleme blyk nie te ernstig te wees nie, want die beskikbaarheid van die rekenaars bepaal in hoe 'n mate 'n mens daarvan gebruik kan maak in die klas. By die meeste van die skole is daar nie toegang tot die rekenaars nie. Verder word die gebruik van die tegnologie bepaal deur die grootte van die klasse en of voldoende fasiliteite voorkom, byvoorbeeld groot skerms en dataprojektors. Die TRAC-program help om rekenaargesteunde onderrig op skoolvlak te bevorder.

Hierdie vraag wat fokus op die vermoë van die onderwysers om die vak te onderrig, is deur respondente baie ontwykend en vaag beantwoord. Volgens die response kan afgelei word dat die onderwysers geen of baie min probleme ondervind. Dit is strydig met die ware toedrag van sake wat juis aantoon dat sommige onderwysers wel in 'n groot mate probleme ondervind (verwys na §2.5.3).

b) 'n Groot persentasie van die natuur- en skeikunde-onderwysers voel nie voldoende toegerus om die vak te onderrig nie. Gebruik 'n ☒ en toon aan tot watter mate u met die stelling saamstem.

As gevolg van die rasionalisering het heelwat gekwalifiseerde onderwysers die stelsel verlaat en gevolglik moet onderwysers wat nie opgelei is om die vak aan te bied nie, dit wel doen. OR5 sê dat:

...baie onderwysers wel goed opgelei is, maar die nodige ervaring en kundigheid ontbreek...

Respondente is van mening dat die onervare- en ongekwalifiseerde onderwysers wel probleme ondervind met die gebruik van die toepaslike onderrigmetodes om die konsepte op 'n verstaanbare manier oor te dra. Dit is in ooreenstemming met Ehlers (1999 in §2.5) se bevindinge. Die onderwyser leer mettertyd die leerders se probleemareas ken en hoe om oplossings daarvoor te vind. Van die respondente is ook van mening dat in baie van die gevalle die onderwysers wel gekwalifiseerd is, maar daar nie vanselfsprekend aanvaar kan word dat hy/sy voldoende opgelei is nie.

c) *Het u enige idees/voorstelle oor hoe wetenskaponderwys op skoolvlak verbeter kan word?*

Respondente toon aan dat die volgende aspekte 'n rol kan speel naamlik:

- onderwyseropleiding
- die daarstel van 'n goeie infrastruktuur
- die daarstel van beter vergoedingspakkette vir onderwysers.

Die bostaande aspekte sal in die onderstaande paragrawe bespreek word.

Onderwyseropleiding: Indien onderwysers beter opgelei word, beteken dit dat 'n beter toegeruste onderwyser natuur- en skeikunde en wetenskap onderrig wat tot 'n verbetering van hierdie vakke op skoolvlak kan lei. Die respondente dui aan dat die opleiding kan geskied in die vorm van kort opknappingskursusse wat deur die tersiêre inrigtings en ander instellings aangebied word. Verder beklemtoon hulle die belangrikheid van goed georganiseerde werksessies wat onderwysers vertrou maak met die uitvoer van praktiese werk. Laastens word aangedui dat die onderwysers gemotiveerd moet wees om die kursusse en werksinkels by te woon.

Die daarstel van 'n goeie infrastruktuur: Goed toegeruste laboratoriums is uiters belangrik om leerders eerstehandse ondervinding van die praktiese uitvoerbaarheid van die vak te gee en dit sal beslis lei tot die verbetering van die begrip van die leerders oor natuur- en skeikunde. Hierdie standpunt is ook sterk beklemtoon in §2.5.2.

Die daarstel van beter vergoedingspakkette vir onderwysers: Respondente is van mening dat die entoesiasme en gemotiveerdheid van die onderwyser tog in 'n mate beïnvloed word deur hulle vergoedingspakkette (ook genoem in §2.5.4). 'n Strategie moet dus deur die Ministerie van Onderwys in werking gestel word om die goeie en gekwalifiseerde onderwysers in die stelsel te probeer hou, want die tendens is dat die goed gekwalifiseerde- en ervare natuur- en skeikunde-onderwysers die stelsel verlaat omdat beter vergoedingspakkette deur die privaatsektor aangebied word.

Vrae ten opsigte van ander instansies/programme betrokke by onderwys

Dink u dat tersiêre inrigtings 'n verantwoordelikheid het om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke. Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem (befondsing, persoonlike tyd, tipe produkte of dienste, werksinkels, ens)?

Die respondente is van mening dat die tersiêre inrigtings wel 'n verantwoordelikheid het, maar nie op alle vlakke nie. Op sekondêre vlak, byvoorbeeld, kan hulle 'n bydrae maak veral wat betref die invloed wat uitgeoefen word op die tipe leerder wat uiteindelik tot die tersiêre

inrigtings gaan toetree. Net om te verseker dat 'n goeie tipe student wel tot die tersiêre inrigting gaan toetree, is genoeg rede om hulle met skoolaangeleenthede te bemoei.

Hierdie betrokkenheid veronderstel nie beleidsmaking nie, maar wel die beskikbaarstelling van apparaat, fasiliteite as dit moontlik is en die aanbieding van ekstra kurrikulêre programme vir leerders. 'n Verdere vorm wat die betrokkenheid kan aanneem, is deur hulp met die ontwerp van onderrigaktiwiteite wat leerders kan inspireer om in die wetenskap-, ingenieurs- en tegnologiese rigtings te studeer.

Die onderwysers het leiding nodig oor die toepassing van die teorie in die alledaagse lewe. Hierdie tipe van ondersteuning is baie belangrik, want na 'n aantal jare raak die onderwysers afgestomp en die raad en leiding wat gegee word, kan hulle stimuleer om die vak beter te onderrig. Tersiêre inrigtings kan 'n rol speel in die aanbod van kort opknappingskursusse of werksinkels waardeur die opleiding van onderwysers voortdurend aangevul kan word. Dit moet veral plaasvind by die skole waar onderwysers ongekwalifiseerd en min ervaring het.

3.4.5 Leerders

Vrae gebaseer op die vak natuur- en skeikunde

a) *Wat was jou grootste motivering om natuur- en skeikunde as vak te kies?*

Leerders het aangetoon dat die belangrikste rede hoekom natuur- en skeikunde as vak gekies is, te make het met die interessantheid daarvan. Hulle is ook geprikkel deur die praktiese toepassings van die vak. Verder is aangetoon dat toekomstige beroepe die aanbieding van die vak vereis.

b) *Maak gebruik van 'n ☒ en toon in die gegewe blokkie aan in hoe 'n mate jou idee/opvatting/verwagting omtrent die vak verander het sedert jy natuur- en skeikunde begin neem het? Verduidelik jou antwoord in die gegewe ruimte.*

Van die 18 leerders met wie onderhoude gevoer is, het vier aangetoon dat hul idee omtrent die vak glad nie verander het nie, vier het aangetoon dat hulle idee matig verander het, sewe het aangetoon dat hulle idee redelik verander het en drie het aangetoon dat hulle idee baie verander het. Leerders het aangetoon dat hulle wreed ontnugter is toe hulle die vak begin neem het. Hulle dui aan dat die moeilikheidsgraad van die vak, die onderrigstrategieë wat die onderwyser gebruik en die relevansie van die vak, die idee wat hulle omtrent die vak het, negatief beïnvloed het.

c) Dui met behulp van 'n \boxtimes in die gegewe blokkie aan in hoe 'n mate:

Jy probleme ondervind met natuur- en skeikunde as vak?

Die response wat gegee is, is uiteenlopend, maar dit toon veral dat onderwysers 'n groot rol speel by leerders se verstaan van die vak, dus by die probleme wat die leerder met die vak ondervind (sien soortgelyke literatuurbevindinge in §2.6.1). Die respondente dui ook aan dat hulle in 'n groot mate met sekere leerinhoud soos onder andere die skryf van vergelykings en chemiese formules, berekening van formules, vektore en bewegingsvergelykings probleme ondervind.

Uit bostaande reaksie kan afgelei word dat die onderwyser 'n groot rol by die leerders se verstaan van die vak speel. Wat kommerwekkend is, is dat leerders in baie gevalle nie die vrymoedigheid het om die probleme wat hul met die vak ondervind met hulle onderwyser te bespreek nie.

Die natuur- en skeikunde-inhoud in die klas enigsins betrekking op die alledaagse lewe het?

'n Groot aantal leerders het aangetoon dat dit baie betrekking op die alledaagse lewe het. Die feit dat daar verbande aangedui word tussen teorie en praktyk, dra daartoe by.

Jy probleme ondervind met die manier waarop die vak aangebied/onderrig/verduidelik word.

Op hierdie vraag het leerders baie versigtig gereageer. Daar was egter wel leerders wat hulle eerlike menings omtrent die onderrigstrategieë en die pogings wat die onderwyser aanwend om die vak meer relevant aan te bied, gegee het (vergelyk die menings van Osborne & Collins, 2000 in §2.6.1). Van die aspekte wat genoem is, is dat die aanbieding van die praktiese komponent van die vak baie verwaarloos word. Gevolglik ervaar leerders dit as oninteressant.

d) Watter faktore/handeling/gebeure help jou om die werk wat julle in die klas doen, beter te kan verstaan/begryp?

Die leerders toon aan dat die onderrigstrategieë wat deur die onderwysers gebruik word 'n baie belangrike rol speel. Die doen van praktiese werk, uitwerk van probleme in groepsverband, individuele ondersteuning deur die onderwyser, die gebruik van handboeke en die afneem van eie notas, is van die handeling wat kan lei tot beter vakbegrip.

e) Wat doen jy self om die werk wat jy in die natuur- en skeikunde-klas doen beter te verstaan/begryp?

Die response wat gegee is stem in 'n groot mate ooreen met dit wat in die vorige vraag bespreek is. Ander aspekte wat genoem is, is die uitwerk van ou vraestelle en

hersieningsgidse. Verder is die bywoning van ekstra klasse wat deur buite-instansies aangebied word, ook aangetoon.

f) Het jy enige idees oor hoe die vak aangebied kan word sodat dit vir jou meer relevant/interessant sal wees?

Dié response stem baie ooreen met dié wat vir *vraag d* en *e* gegee is. In hierdie geval het leerders aangetoon dat veral praktiese werk baie belangrik is. Hulle toon ook aan dat opvoedkundige uitstappies na die industrie kan help om 'n beter idee te gee oor hoe die vak inskakel by die praktyk, watter tipe prosesse plaasvind, asook op watter wetenskaplike kennis en konsepte sekere beroepe gebaseer is. Indien die werk op hulle vlak aangebied word of leerders met ernstige probleme op individuele ondersteuning kan staatmaak, sal dit bydra tot 'n beter besef van die relevansie van die vak.

g) Hoe dink jy kan natuur- en skeikunde-onderrig verbeter word?

Die response op die vraag stem in 'n groot mate ooreen met die wat in *vraag d* bespreek is. Daar word aangedui dat die onderwyser die werk op die leerders se vlak moet verduidelik en dat voorsiening gemaak moet word vir terugvoering. Laasgenoemde is belangrik om te bepaal in hoe 'n mate leerders die werk verstaan het. Die terugvoering kan geskied deur middel van toetse, uitvoer van opdragte en die beantwoording van vrae in klasgesprekke. Meer klem moet gelê word op klasgesprek en groepswerk. Die suksesvolle implementering van klasgesprek word bepaal deur die tipe vraagstelling wat die onderwyser aanwend, asook die houding van beide leerders en onderwysers. Die leerders laat blyk ook dat hulle meer betrek moet word by die leerproses. 'n Verdere voorstel wat gemaak is, is dat meer tegnologie in die klas gebruik moet word. LR8 noem in dié verband dat hierdie aspek in 'n groot mate afwesig is.

h) Wat is jou behoeftes oor natuur- en skeikunde as vak?

Leerders het aangetoon dat die vak meer relevant en interessant aangebied moet word. Hierdie respons is teenstrydig met dit wat hulle in *vraag c* gegee het omdat hulle daar aangetoon het dat natuur- en skeikunde in die klas baie betrekking het op die alledaagse lewe. Die leerders het ook aangetoon dat hulle meer van die praktiese werk self wil uitvoer.

i) Hoe dink jy kan bogenoemde behoeftes hanteer word?

Voorstelle is gemaak dat die onderwyser se houding en ingesteldheid ten opsigte van die vak, asook die manier hoe die klas aangebied word, verbeter moet word. Leerders dui aan dat voldoende fondse beskikbaar moet wees om die nodige praktiese apparaat en chemikalieë aan te koop. Ook moet daar voorsiening gemaak word vir die aanbidding van ekstra klasse. Onderwysers moet ook die verband tussen natuur- en skeikunde met aspekte in die alledaagse lewe kan demonstreer.

3.4.6 Bespreking van vrae wat gemeenskaplik by alle rolspelers voorkom.

- a) 'n Lys van onderwerpe word voorsien in die onderstaande tabel. Dui met 'n syfer (1 tot 5) die belangrikheid en huidige stand aan van wetenskapkennis vir werkers wat nuut toetree tot die industrie. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

Motivering hoekom vraag gevra is: Met hierdie vraag is gepoog om die mening van die rolspelers omtrent die belangrikheid van elk van die verskillende onderwerpe te bepaal. Die skryfster is van mening dat die vorming van 'n goeie wiskunde- en wetenskapbegrip op skoolvlak baie belangrik is, omdat dit die verwysingsraamwerk vorm wat die leerder gebruik om nuwe inligting waarmee hy/sy gekonfronteer word, te vertolk. Dit is dus van kardinale belang dat die vakinhoud, asook die praktiese toepassings daarvan in die alledaagse lewe, deeglik deur die leerders begryp word. Op die oomblik is die stand van die wetenskapkennis goed, maar die begrip daarvan is nie so goed nie.

Die vraag is aan alle rolspelers gevra behalwe aan die leerders. Die kommentaar op die vrae sal gesamentlik in die verskillende onderwerpskategorieë bespreek word. Die lys van onderwerpe wat aan die rolspelers gegee is, is soos volg:

- fisika (Newton se wette, meganika, golfteorie, ens.)
- chemie (Boyle se wet, chemiese reaksies, chemiese binding, ens.)
- wiskunde (algebra en meetkunde)
- wiskunde (interpretasie van grafieke)
- eksperimentele prosesvaardighede.

Vervolgens gaan die response oor die belangrikheid en die huidige stand gesamentlik in die onderwerpskategorieë bespreek word.

Fisika (Newton se wette, meganika, golfteorie, ens.)

Dit is opmerklik dat al die respondente uit die verskillende rolspelergroepe hoë waardes toeken aan die belangrikheid van die onderwerp. Die response beklemtoon dat die vorming van 'n goeie begrip van die vak baie belangrik is vir die interpretasie van nuwe vakkennis.

Die huidige stand van die onderwerpe word baie hoog aangeskryf deur die onderwysers, laag deur die tersiêre inrigtings en baie laag deur die industrie en die onderwysdepartement. Dit is opmerklik dat die onderwysers hoër waardes toeken vir die huidige stand as die ander rolspelers. Dit kan verklaar word deurdat die huidige stand 'n direkte weerspieëling van die onderwyser se vermoë om die vak te onderrig, gevolglik ken hulle hoër waardes toe. Die industrie en die tersiêre inrigtings ken laer waardes toe weens hul ervaring van die werkers en/of studente wat leemtes toon wat die huidige stand van kennis betref.

Chemie (Boyle se wette, chemiese reaksies)

Die industrie ken vir beide die belangrikheid en die huidige stand van die onderwerp lae waardes toe. Dit word bepaal deur die tipe industrie en watter teorie die grondslag daarvan vorm. Die ander rolspelers heg 'n hoë waarde aan die belangrikheid van die onderwerp, maar toon aan dat daar 'n leemte voorkom wat die huidige stand van die onderwerp by die leerders, eerstejaarstudente en werkers wat tot die industrie toetree, betref.

Wiskunde (algebra en meetkunde)

Die belangrikheid van die onderwerp word hoog aangeskryf deur feitlik al die rolspelers, maar daar is 'n leemte wat betref die huidige stand van die onderwerp by die leerders, eerstejaarstudente en werkers wat tot die industrie toetree. Die response ondersteun die mening wat die skryfster het omtrent die belangrikheid van 'n goeie wiskundebasis wat die verwysingsraamwerk vorm waarteen nuwe inligting vertolk word. Dit is juis as gevolg van die swak wiskundige basis wat leerders op skoolvlak ontwikkel het, dat die huidige stand van die wiskundekennis van eerstejaarstudente en nuwe toetreders tot die industrie so swak is.

Wiskunde (interpretasie van grafieke)

Dit is weereens opmerklik dat al die rolspelers 'n hoë waarde aan die belangrikheid van die onderwerp heg, maar dat daar 'n leemte voorkom wat betref die huidige stand van die onderwerp by die leerders, eerstejaarstudente en werkers wat tot die industrie toetree. Die vermoë om grafieke te vertolk en afleidings daaruit te maak, ontbreek by baie van die genoemde kandidate. Laasgenoemde kan toegeskryf word aan die onvoldoende verwysingsraamwerk (beperkte wiskundekennis) waarteen die nuwe inligting geïnterpreteer moet word.

Eksperimentele prosesvaardighede

Uit die response kan afgelei word dat al die rolspelers 'n hoë waarde aan die belangrikheid van die onderwerp heg, maar dat daar 'n leemte voorkom wat betref die huidige stand van die onderwerp by die leerders, eerstejaarstudente en werkers wat tot die industrie toetree.

Samevatting

Die response toon duidelik aan dat die verstaan van wiskunde, wetenskap en wetenskaplike prosesse belangrike aspekte is vir die vorming van die wetenskaplike basis van die leerder op skoolvlak. Onderstaande aanhaling toon aan dat die belangrikheid van die onderwerp onder meer bepaal word deur die tipe industrie.

TR8:

Die belangrikheid van die onderwerp word bepaal deur watter industrie die werker gaan betree. Dit is wel so dat die eerstejaarstudent die tersiêre inrigting betree met

'n redelike klomp teorie, maar die groot probleem is dat hulle in baie gevalle geen begrip van die teorie het nie.

Uit die response is dit ook duidelik dat die vorming van 'n goeie wetenskap- en wiskundebasis belangrik is vir die vorming van 'n goeie verwysingsraamwerk waarteen nuwe inligting geïnterpreteer word.

IR10 ondersteun voorafgaande stelling deur die volgende te sê:

Wetenskap en wiskunde is baie belangrik vir die ontwikkeling van denkprosesse op skoolvlak. Hierdie denkprosesse help die leerders met die vertolking van die teorie wat hulle op skool behandel.

b) Maak gebruik van 'n syfer (1 tot 5) en toon aan in hoe 'n mate die volgende aspekte kan bydra tot beter begrip by leerders van natuur- en skeikunde op skoolvlak. . (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

Hierdie vraag is aan verteenwoordigers van die tersiêre inrigtings, onderwysdepartement en die onderwysers gevra. Die rolspelers het die volgende aspekte hoog aangeskryf in terme van die bydrae wat hul kan lewer tot die vorming van beter begrip by leerders:

- effektiewe onderrigmetodes
- kontekstualisering van teorie
- uitvoer van eksperimente
- gebruikmaking van goeie notas en onderwys hulpmiddels
- onderwyser se begrip van die teorie.

Bostaande reaksie beklemtoon dat bekwame, ervare en gekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers die basis vorm van doeltreffende onderrig van die leerders. Hierdie onderwysers sal in staat wees om hul kundigheid en ervaring te gebruik om die onderrigproses so te konstrueer dat dit lei tot die vorming van goeie begrip by leerders. Die volgende aanhalings beklemtoon die belangrikheid van sommige van die bostaande aspekte.

TR6:

Kontekstualisering van teorie en uitvoer van eksperimente is een van mees belangrike aspekte wat kan bydra tot beter begrip. Om die teorie in konteks te plaas, gaan hand aan hand met effektiewe onderrigmetodes.

IR7:

Die onderwyser se begrip van die teorie is natuurlik baie belangrik, omdat die leerders absoluut glo wat die onderwyser aan hulle oordra. Indien die onderwyser wanbegrippe het oor sekere gedeeltes van die werk, dan sal die wanbegrippe aan die leerders oorgedra word.

Die volgende aspekte is ook hoog aangeskryf, maar laer as bostaande:

- goeie hersieningsprogramme
- opvoedkundige uitstappies na tersiêre inrigtings
- opvoedkundige uitstappies na die industrie.

Die laaste twee aspekte is ook as hoog aangeskryf, maar laer as beide bogenoemde groepe:

- nasien van huiswerk
- werk in groepe in die klas.

Die laaste twee kategorieë vorm nie noodwendig die basis van goeie begripsvorming nie, maar kan beskou word as ondersteuningsaksies wat die leerder kan help om 'n beter begrip van die vak te vorm. Die volgende aanhalings is 'n aanduiding van die uiteenlopende menings oor groepwerk in klasse.

TR5:

Working in groups in class, well this is something that is used internationally. Our schools can learn from the international schools and the first world countries that an effective way of getting learners to learn is to learn from each other. In the process skills like learning to get along with people and networking with the people could be developed.

OR3:

Werk in groepe in klas het voordele en nadele. Dis fantasties as die kinders mekaar self kan leer, maar dit gee ook ruimte vir die wat lyf wegsteek om te verdwyn in 'n groepie. As gevolg van laasgenoemde verkies baie kinders om alleen te werk en my ondervinding is dat die wat alleen werk gewoonlik die leerders is wat uitblink omdat die manier hoe die leerders geëvalueer word, op die individu gerig is.

TR2:

Natuur- en skeikunde en wiskunde is sterk individuele vakke wat elke individu op sy eie moet baasraak. Vergeleke met die manier hoe klasse en tutoriale op universiteit in die eerste jaar hanteer word, word die lesings in die oggend aangebied en die tutoriaalsessies in die middag. In die tutoriaal moet die studente baie op sy eie werk alhoewel daar 'n groot mate van interaksie is waar die swakker student vir die beter student vra om iets te verduidelik. Die tipe interaksie help beslis met begripsvorming, maar ek weet nie of die formele groepwerk enigsins help nie.

Om saam te vat, kan die volgende gevolgtrekking gemaak word, naamlik dat indien groepwerk deeglik beplan word, dit 'n kardinale rol kan speel by die effektiewe verloop van die onderrigproses veral om begripsvorming by leerders te bevorder. Aangesien die

onderwysers dit in baie gevalle nie deeglik beplan nie, lei dit dikwels tot chaos in die klas omdat alle leerders nie aktief daaraan deelneem nie.

3.4.7 Opsomming

In hierdie afdeling is die response van verskillende rolspelers, na aanleiding van onderhoude geïdentifiseer en bespreek. Dit is duidelik dat elke rolspeler eiesoortige sowel as ooreenstemmende behoeftes ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak het. Die verkreeë response gee 'n goeie aanduiding van die verskillende rolspelers se behoeftes ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak en terselfdertyd is dit opvallend in hoe 'n groot mate dit ooreenstem met dié behoeftes wat in die literatuurstudie na vore kom. Die empiriese studie het die volgende as die belangrikste behoeftes van die verskillende rolspelers ten opsigte van natuur- en skeikunde geïdentifiseer.

Industrie

Die respondente dui aan dat leerders in die huidige skoolstelsel nie voldoende toegerus word met die nodige vaardighede, kennis en begrip wat noodsaaklik vir hulle maklike toetrede tot die industrie is nie. 'n Verdere aspek wat beklemtoon word, is 'n dringende behoefte aan 'n stygende getal leerders wat natuur- en skeikunde en wiskunde neem sonder dat daar van die kwaliteit van die onderrig wat die leerder ontvang, ingeboet sal word.

Die industrie is gesteld daarop dat werkers wat nuut tot die industrie toetree oor sekere belangrike eienskappe sal beskik omdat persoonlike karaktereienskappe en sosiale vaardighede in 'n groot mate sal bepaal hoe die persoon in die werksomgewing aanpas, asook in hoe 'n mate hy/sy gaan bydra tot die effektiewe funksionering van die industrie. Intellektuele vaardighede word ook as belangrik geag, maar dit hang af van die posisie, asook die tipe werk wat die persoon moet verrig.

Sommige respondente is van mening dat die gesamentlike poging van al die betrokke partye by onderwys 'n groot rol kan speel in die beter voorbereiding van leerders op skoolvlak. Die sukses van hierdie samewerking berus egter in 'n groot mate op voldoende kommunikasie tussen al die verskillende rolspelers in die onderwys.

Die industrie kan veral 'n rol speel om leerders se persepsies van wetenskap-, ingenieurs- en tegnologie-verwante dissiplines positief te beïnvloed. Moontlike maniere waarop dit kan geskied, is byvoorbeeld:

- blootstelling en ondervinding te gee in die verskeie aspekte waarvan hulle nie ondervinding het nie

- te konfronteer met die praktiese sy van die daaglikse werksituasie sodat die gaping tussen die teorie en die praktyk kan vernou deur byvoorbeeld die aanbieding van werkswinkels waar leerders blootgestel word aan werklike situasies in die bedryf.

Die respondente is dit eens dat die industrie beslis ook 'n sosiale verantwoordelikheid het om op alle vlakke van die onderwys betrokke te raak. Hierdie betrokkenheid kan as volg geskied:

- befondsing van onderwyseropleidings- en ondersteuningsprogramme
- mentorskap
- leerderinternskappe
- persoonlike tyd van persone vanuit die industrie.

Bogenoemde wyses van ondersteuning sal slegs kan realiseer indien daar meetbare, praktiese uitkomst daaraan gekoppel is, want die industrie verwag dat sulke projekte eerstens resultaatgeoriënteerd sal wees, en tweedens dat dit 'n waardevolle bydrae tot die voorbereidingsproses van toekomstige werkers in die industrie sal lewer. Verder het dit ook duidelik na vore gekom dat die industrie verwag om 'n mate van erkenning vir hul bydrae te kry.

Tersiêre inrigtings

Ook hier dui respondente aan dat die huidige skoolstelsel nie daarin slaag om leerders voldoende toe te rus met dié vaardighede, kennis en begrip wat noodsaaklik is vir maklike inskakeling by tersiêre inrigtings nie. Menings word gehuldig dat leerders se grootste probleem op die gebied van die bemeestering en toepassing van vakkennis lê. Respondente toon aan dat dit veral leerders uit histories benadeelde gemeenskappe is wat ekstra hulp en ondersteuning nodig het om te kwalifiseer vir toelating tot kursusse in die wetenskappe en ingenieurswese.

Tersiêre inrigtings het 'n hoë verwagting ten opsigte van die kwaliteit van die onderrig van leerders op skoolvlak en toon aan dat onderwysers in die meeste van die gevalle nie bekwaam is, of voldoende akademies opleiding het, om die vak sinvol aan te bied nie. Hieruit volg dat daar veral aandag gegee behoort te word aan voldoende voorbereiding, opleiding en ondersteuning van onderwysers sodat onderwysers op hulle beurt oor die nodige onderrigstrategieë beskik om leerders behoorlik te onderrig. Respondente meen dat die lae status van onderwysers en gepaardgaande vergoedingspakkette aandag moet kry om sodoende onderwysers meer entoesiasies en gemotiveerd te hou. Terselfdertyd moet pogings aangewend word om die goeie onderwysers, dié wat kundig is om die vak aan te bied, in die stelsel te behou aangesien daar reeds 'n tekort aan dié onderwysers is.

Omdat daar van die leerders verwag word om 'n goeie wetenskaplike grondslag te hê en ook om die wetenskaplike vakinhoud prakties te kan toe pas, moet daar in die skole veral aandag gegee word aan die ontwikkeling van intellektuele-, proses-, wetenskaplike- en kommunikasievaardighede.

Alhoewel die respondente aandui dat tersiêre inrigtings op alle vlakke van die onderwys betrokke sou kon raak, is hulle ook van mening dat sodanige betrokkenheid in 'n groot mate sal afhang van die beskikbaarheid van befondsing deur buite-instansies. Die moontlike wyses van betrokkenheid word as volg aangedui:

- opleiding en voortgesette onderwys vir onderwysers in die vorm van kort opknappingskursusse
- ondersteuning aan skole deur die aanbieding van werkswinkels vir leerders en onderwysers
- befondsing van ondersteuningsprogramme vir leerders en onderwysers
- voorsiening van infrastruktuur
- beskikbaarstelling van fasiliteite.

Respondente noem egter dat tersiêre inrigtings slegs betrokke sal raak by skoolprojekte of skoolprogramme indien dit sou help dat goeie kwaliteit studente daardeur gewerf kan word met die uiteindelijke doel om die land se ekonomie te versterk. Daar word ook aangetoon dat die genoemde betrokkenheid slegs suksesvol sou kon wees indien daar aan die volgende vereistes voldoen word dat:

- kapasiteit geskep word om hulle kundigheid beskikbaar te stel
- leerders deur sulke ondersteuningsprogramme beter opgelei en beter voorberei sou wees om opgeneem te word in tersiêre inrigtings
- meer leerders natuur- en skeikunde op hoër graad sal aanbied
- meer studente in die tegnologie-, ingenieurs- en wetenskaprigtings sal kwalifiseer.

Wat hier van die uiterste belang is, is die behoeftes van die tersiêre inrigtings en die vermoë van die skoolstelsel om aan daardie verwagtings te kan voldoen.

Onderwysdepartement

Die respondente erken dat daar 'n krisis in natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwys is. Hulle is veral bekommerd oor die dalende getal natuur- en skeikunde-leerders wat hoër graad aanbied en is van mening dat dit in 'n groot mate toegeskryf kan word aan:

- onbekwame en ongekwalfiseerde onderwysers wat die vak onderrig

- skole wat leerders afraai om die vak op die hoër graad aan te bied om sodoende 'n hoë slaagsyfer vir die skool te verseker.

Verder word ook aangedui dat leerders nie voldoende voorberei word om aan die verwagtings van die tersiêre inrigtings of die industrie, te voldoen nie. Hulle identifiseer 'n paar knelpunte wat bydra tot die onvoldoende voorbereiding van die leerders op skoolvlak, naamlik:

- gekwalifiseerde natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwysers wat die skoolstelsel verlaat en die posisies gevul word met onbekwame en ongekwalifiseerde onderwysers
- onvoldoende infrastruktuur by skole.

Onderwysers word by uitstek beskou as die bepalende faktor vir leerders se verstaan van die werk. Indien die onderwyser se begrip dus eng is, word die leerder nadelig beïnvloed. So word daar ook aangedui dat onderwysers nie die vermoë het om hoëvlak vaardighede by leerders te ontwikkel nie. Daar is dus 'n groot behoefte aan onderwyseropleiding en -ondersteuning, veral met betrekking tot die nuwe kurrikulum, wat die ontwikkeling van sulke vaardighede sterk voorstaan. Verder word daar voorgestel dat al die rolspelers in die onderwys die nuwe uitkomsgebaseerde onderwysbenadering wat die bereiking van kritieke- en leeruitkomst sterk beklemtoon, sal aanvaar in 'n poging om die insette van al hierdie rolspelers te konsolideer. Die onderwysdepartement het die samewerking van al die betrokke rolspelers nodig om van UGO 'n sukses te maak.

Die onderwysdepartement het veral geld nodig om onderwyseropleidingsprogramme en onderwyserondersteuning te finansier. In ag genome dat staatsfondse vir sulke programme beperk is, is befondsing vanuit die privaatsektor uiters belangrik. Die WKOD verwelkom nogtans enige vorm van ondersteuning van enige van die rolspelers betrokke by onderwys wat 'n bydrae kan maak tot die beplanning of die implementering van effektiewe onderwys. Daar word egter verwag dat die betrokkenheid op 'n georganiseerde basis sal plaasvind en baie duidelike gedefinieerde riglyne sal hê. Daarbenewens is goeie kommunikasie tussen al die partye van kardinale belang.

Onderwysers

Die respondente is bekommerd oor hulle onvoldoende voorbereiding, asook die afname in die aantal leerders wat natuur- en skeikunde aanbied. Hulle toon aan dat daar groot leemtes by sekere vaardighede van leerders voorkom, veral ten opsigte van akademiese vaardighede (studievaardighede), die onafhanklike beplanning en uitvoering van opdragte, interpretasie van basiese vakkennis en die toepassing van die vakkennis. Hulle skryf dit grootliks toe aan onbekwame en ongekwalifiseerde onderwysers wat die vak veral in die laer grade onderrig. Negatiewe ervarings speel 'n groot rol by die afname in die aantal leerders wat die vak aanbied. Groot klasse, onopgeleide en onbekwame onderwysers en 'n gebrek aan

samewerking tussen die leerders en onderwysers het 'n negatiewe invloed op beide die onderrigproses sowel as die leerders se ervaring van die vak.

Die respondente dui ook aan dat leerders se begrip van natuur- en skeikunde beperk is en dat hulle nie die teoretiese kennis met die praktyk kan verbind nie. Die onvermoë van die onderwysers om die werk relevant aan te bied, is uitgesonder as 'n moontlike rede vir leerders se onvermoë om die tersaaklikheid van die teorie te begryp. Dit is interessant om op te merk dat een respondent noem dat seuns beter as dogters in natuur- en skeikunde vaar omdat die teorie reeds van vroeg af deel van seuns se praktiese ervaringsveld is.

Die respondente is bewus van die waarde van demonstrasies, die aanbieding van leerderpraktika en die gebruik van rekenaargesteste tegnologie, maar dui aan dat dit in 'n groot mate afhang van die beskikbaarheid van voldoende toegeruste fasiliteite, die grootte van klasse en die bekwaamheid van die onderwyser.

Om wetenskaponderwys op skool te verbeter, erken onderwysers dat onderwyseropleiding en -ondersteuning van groot belang is. Hulle beklemtoon dat onervare- en ongekwalifiseerde onderwysers wel probleme ondervind met die verstaan en aanbied van die vakinhoud sowel as om die vakinhoud vir die leerders interessant te maak. Hulle toon ook aan dat die nodige infrastruktuur, soos byvoorbeeld goed toegeruste laboratoriums, nodig is om die uitvoering van hul onderrigtaak te vergemaklik. Alternatiewelik is toegang tot, of die beskikbaarstelling van fasiliteite, soos byvoorbeeld die TRAC-laboratorium ook voldoende.

Die respondente het ook aangedui dat tersiêre inrigtings op die volgende wyses 'n bydrae tot skoolonderwys kan lewer:

- beskikbaarstelling van apparaat, en/of fasiliteite wat ook al moontlik is
- die aanbied van ekstra kurrikulêre programme vir leerders
- die formulering van onderrigaktiwiteite wat leerders kan inspireer om in die wetenskappe, ingenieurswese en tegnologiese rigtings te studeer
- kort opknappingskursusse en die aanbieding van werkswinkels aan onderwysers
- raad en leiding aan onderwysers oor die toepassing van teorie in die alledaagse lewe.

Respondente het aangedui dat hulle ondervind dat onderwysers beter vergoedingspakkette verlang om hulle in die onderwysstelsel te behou.

Leerders

Die respondente dui aan dat onderwysers 'n belangrike rol by hul ervaring en beleving van die vak speel terwyl ander faktore soos die moeilikheidsgraad en die relevansie van die vak ook belangrik is.

Leerders wil hê dat die onderwysers die vakinhoud vir hulle op eenvoudiger maniere moet voorstel. Die leerders dui ook aan dat natuur- en skeikunde-onderrig in 'n groot mate sal verbeter indien die onderwysers die werk op hulle vlak van begrip, aanbied. Hulle dui aan dat die onderrigstrategieë wat die onderwyser gebruik, 'n belangrike rol speel by die verstaan van die vak. Onderrighandelinge soos demonstrasies of praktiese werk, uitwerk van vrae in groepsverband, individuele ondersteuning deur die onderwyser en die gebruik van handboeke kan help met beter begripsvorming. Verder dui leerders aan dat opvoedkundige uitstappies na die industrie kan bydra tot 'n beter begrip van hoe die vak inskakel by die praktyk, watter tipe prosesse plaasvind, asook op watter wetenskaplike kennis en konsepte sekere beroepe gebaseer is.

Hulle verlang ook dat daar binne die onderrigproses voorsiening gemaak moet word vir effektiewe terugvoering. Laasgenoemde kan byvoorbeeld die vorm van klas- en groeps gesprekke aanneem.

Net soos die onderwysers het die leerders ook 'n behoefte aan verskillende ondersteuningsprogramme waardeur moeilike konsepte, asook die praktiese toepassings van die vak beter begryp sal word. Leerders beklemtoon dat infrastruktuur, soos apparaat en fasiliteite, noodsaaklik is om die uitvoering van praktiese werk te vergemaklik.

3.5 BESPREKING VAN DIE RESPONSE OOR DIE BELANGRIKHEID EN HUIDIGE STAND VAN VAARDIGHEDE

3.5.1 Inleiding

Die doel van die tweede deel van die onderhoude was om die respondente se mening te verkry in verband met spesifieke vaardighede. Die tweede stel onderhoude is ook deur vraelyste voorafgegaan. Om die bespreking van die response te vergemaklik, is die agtien individuele vrae in verband met vaardighede in drie hoofkategorieë gegroepeer naamlik, sosiale-interaksie-, akademiese- en rekenaarvaardighede soos uiteengesit in Tabel 3.4. Die vaardigheid wat handel oor die gebruik van 'n tekenprogram, byvoorbeeld CAD, is slegs aan die persone van die tersiêre inrigtings en industrie gevra.

Tabel 3.4 Kategorisering van vaardighede.

Vaardigheidskategorieë	Vaardigheid
Akademiese vaardighede	Studievaardighede
	Laboratoriumvaardighede
	Onafhanklike beplanning en uitvoering van eksperimente
	Probleemoplossing
	Besluitnemingsvaardighede
	Samestelling en interpretasie van grafieke
	Verwerking van data
	Verkryging van inligting m.b.v. biblioteek
Sosiale-interaksievaardighede	Kommunikasievaardighede: skryf van verslag
	Kommunikasievaardighede: mondelingse aanbiedings
	Sosiale vaardighede
	Werk in groepe
Rekenaarvaardighede	Verkryging van inligting m.b.v. internet
	Basiese kennis van rekenaars
	Gebruik van 'n woordverwerker bv. Word
	Gebruik van 'n databasis bv. Access
	Gebruik van 'n sigblad bv. Excel
	Gebruik van 'n aanbiedingsprogram bv. PowerPoint
	Gebruik van 'n tekenprogram bv. CAD

Die versameling van vrae of die keuse van vrae in elke kategorie omskryf die tipe vaardighede wat tersiêre inrigtings en die industrie van leerders vereis. Die respondente is gevra om met behulp van 'n glyskaal hulle mening te gee oor die belangrikheid en die huidige stand van die vaardighede. Die belangrikheid het betrekking op die waarde wat die respondente daaraan heg dat die leerders sodanige vaardigheid op skoolvlak sal verwerf. Die huidige stand verwys na die vlak waarop die leerders, na die mening van die respondente, wel die vaardigheid bemeester het.

Die oorspronklike vraelyste kom in die Addendum A voor. Die rou data van die response word gesamentlik voorgestel in tabelle en histogramme in Addendum B. Om die bespreking van die response te vereenvoudig, is dit gekategoriseer in positiewe- en negatiewe response. Hierdie indeling word aangetoon in Tabel 3.5. Vir die belangrikheid van vaardighede is die "matig belangrik", "belangrik" en "baie belangrik" response as positief gekategoriseer, terwyl negatiewe response die "nie van toepassing", "onbelangrik" en "beperkte belangrikheid" insluit. Ten opsigte van die huidige stand, word "redelik", "goed" en "baie goed" as positiewe response gesien, terwyl "nie van toepassing", "baie swak" en "swak" as negatiewe response gekategoriseer word.

Tabel 3.5 Groepering van positiewe- en negatiewe response.

	Positiewe response	Negatiewe response
Belangrikheid	Matig belangrik Belangrik Baie belangrik	Nie van toepassing Onbelangrik Beperkte belangrikheid
Huidige stand	Redelik Goed Baie goed	Nie van toepassing Baie swak Swak

Ter verdere vereenvoudiging van die bespreking sal slegs na die positiewe responspersentasies (PRP's) van die verskillende rolspelers verwys word. Die PRP beskryf die persentasie respondente wat binne 'n betrokke rolspelergroep positief reageer het op die belangrikheid of huidige stand van 'n vaardigheid. Dit beteken dat die negatiewe responspersentasie die komplement van die positiewe responspersentasie is en daarom hoef slegs die positiewe- of die negatiewe response bespreek te word. Soos reeds aangedui, sal in hierdie geval slegs die positiewe response bespreek word.

So bv. word die PRP van die Industrie oor die belangrikheid van studievvaardighede bereken deur (kyk Tabel 3.6):

$$\text{PRP} = \frac{\text{aantal positiewe response gegee deur respondente}}{\text{totale aantal respondente}} \times 100$$

$$= \frac{10}{11} \times 100 = 91\%$$

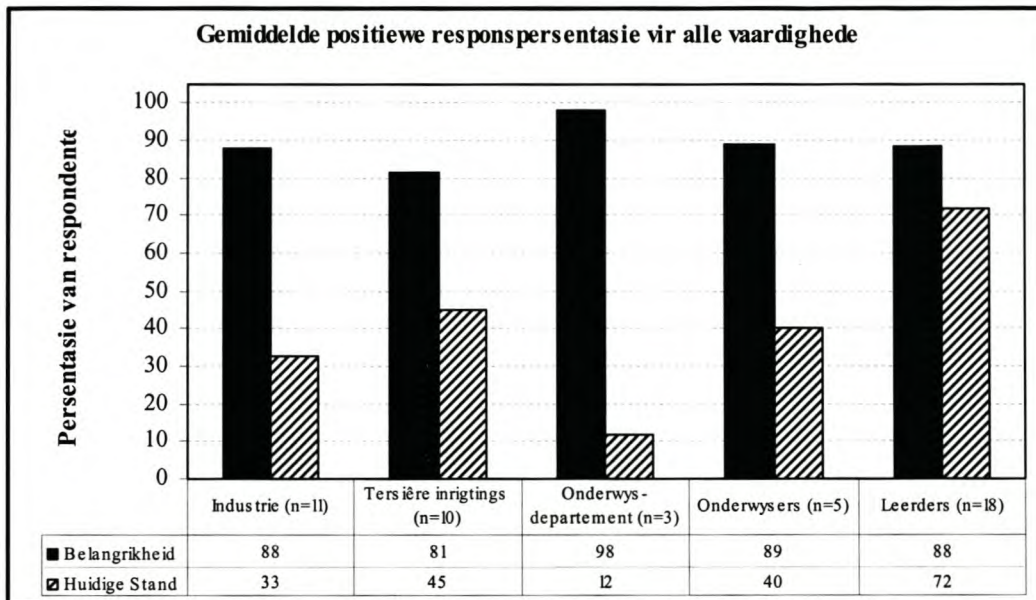
Die PRP vir 'n betrokke vaardigheidskategorie van 'n spesifieke rolspelergroep is bereken as die gemiddelde van al die PRP's binne die betrokke kategorie, bv. die PRP van die industrie oor die belangrikheid van akademiese vaardighede is bereken deur:

$$\text{PRP} = \frac{\text{gemiddelde van al die positiewe response in die vaardigheidskategorie}}{\text{totale aantal respondente}} \times 100$$

$$= \left[\frac{10 + 8 + 10 + 11 + 11 + 9 + 8 + 10}{8} \right] \times 100 = 88\%$$

Op 'n soortgelyke manier is die positiewe responspersentasies van al die vaardigheidskategorieë vir 'n spesifieke rolspelergroep bereken. Die onderstaande twee tabelle, 3.6 en 3.7 bevat onderskeidelik die positiewe- responsfrekwensies en responspersentasies vir elk van die rolspelergroepe.

Figuur 3.2 toon die verskillende rolspelers se response ten opsigte van al die vaardighede aan. Op die histogram word beide die belangrikheid en huidige stand response van die onderskeie rolspelers aangetoon.



Figuur 3.2 Aanduiding van die gemiddelde positiewe responspersentasie van alle vaardighede.

Die data toon duidelik aan dat alle respondente uit die verskillende rolspelergroepe 'n baie groot waarde heg aan die belangrikheid om al die betrokke vaardighede te bemeester, maar dat die huidige stand daarvan as baie laag deur alle rolspelers, behalwe die leerders, beskou word. Die hoë PRP (72%) van die leerders toon moontlik aan dat dié rolspeler die huidige stand van alle vaardighede subjektief as hoog beskou.

Die data toon by implikasie aan dat die skoolstelsel die ontwikkeling van vaardighede onderbeklemtoon, wat in ooreenstemming is met wat vroeër in die literatuurstudie genoem is (Pretorius, 1995 en Moleke, 1999; sien §2.2.1)

IR11 noem die volgende:

Die meeste van die gelyste vaardighede is belangrik vir 'n persoon wat toetree tot die industrie. Daar is egter sommige vaardighede wat eers ontwikkel kan word as die leerder toetree tot die industrie en nie noodwendig op skoolvlak nie. Die belangrikheid van die vaardighede hang af van die tipe maatskappy en die behoeftes van die maatskappy.

Tabel 3.6 Groepering van positiewe responsefrekwensies per rolspeler.

Positiewe response	Industrie (n=11)		Tersiêre inrigtings (n=10)		Onderwys-departement (n=3)		Onderwysers (n=5)		Leerders (n=18)		Gemiddelde	
	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand
Akademievaardighede:												
Studievaardighede	10	4	10	4	3	0	5	2	18	15	9	5
Laboratoriumvaardighede	8	4	10	4	3	0	5	2	18	10	9	4
Onafhanklike beplanning en uitvoering van eksperimente	10	4	7	3	3	1	5	2	18	12	9	4
Probleemoplossing	11	2	10	5	3	0	5	3	18	14	9	5
Besluitnemingsvaardighede	11	3	9	4	3	0	5	4	18	16	9	5
Samestelling en interpretasie van grafieke	9	4	10	7	3	1	5	2	18	15	9	6
Verwerking van data	8	2	9	5	3	1	5	3	18	15	9	5
Verkryging van inligting m.b.v. biblioteek	10	7	10	4	3	0	5	2	18	16	9	6
Gemiddelde	9.6	3.8	9.4	4.5	3.0	0.4	5.0	2.5	18.0	14.1	9.0	5.1
Sosiale-interaksievaardighede:												
Kommunikasievaardighede: skryf van verslag	9	2	10	4	3	0	5	1	18	17	9	5
Kommunikasievaardighede: mondelingse aanbiedings	10	3	10	5	3	1	5	3	18	17	9	6
Sosiale vaardighede	11	3	7	7	3	0	4	2	17	15	8	5
Werk in groepe	11	3	8	4	3	1	4	2	17	15	9	5
Gemiddelde	10.3	2.8	8.8	5.0	3.0	0.5	4.5	2.0	17.5	16.0	8.8	5.3
Rekenaarvaardighede:												
Verkryging van inligting m.b.v. internet	10	4	8	6	3	1	5	1	17	9	9	4
Basiese kennis van rekenaars	10	4	7	7	3	0	5	4	18	13	9	6
Gebruik van 'n woordverwerker bv. Word	11	4	5	2	3	0	5	3	15	11	8	4
Gebruik van 'n databasis bv. Access	10	4	7	4	3	0	3	1	8	6	6	3
Gebruik van 'n sigblad bv. Excel	9	5	5	2	3	0	2	0	9	8	6	3
Gebruik van 'n aanbiedingsprogram bv. PowerPoint	9	5	8	7	2	0	3	0	6	5	6	3
Gebruik van 'n tekenprogram bv. CAD	5	4	4	0	-	-	-	-	-	-	5	2
Gemiddelde	9.1	4.3	6.3	4.0	2.8	0.2	3.8	1.5	12.2	8.7	6.7	3.6
GEMIDDELDE VAN ALLE VAARDIGHEDE	9.7	3.6	8.1	4.5	2.9	0.3	4.4	2.0	15.9	12.9	8.2	4.6

Tabel 3.7 Groepering van positiewe responspersentasies per rolspeler.

Positiewe response	Industrie (n=11)		Tersiële inrigtings (n=10)		Onderwys-departement (n=3)		Onderwysers (n=5)		Leerders (n=18)		Gemiddelde	
	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand	Belang-rikheid	Huidige stand
Akademievaardighede:												
Studievaardighede	91	36	100	40	100	0	100	40	100	83	98	53
Laboratoriumvaardighede	73	36	100	40	100	0	100	40	100	56	94	43
Onafhanklike beplanning en uitvoering van eksperimente	91	36	70	30	100	33	100	40	100	67	91	47
Probleemoplossing	100	18	100	50	100	0	100	60	100	78	100	51
Besluitnemingsvaardighede	100	27	90	40	100	0	100	80	100	89	98	57
Samestelling en interpretasie van grafieke	82	36	100	70	100	33	100	40	100	83	96	62
Verwerking van data	73	18	90	50	100	33	100	60	100	83	91	55
Verkryging van inligting m.b.v. biblioteek	91	64	100	40	100	0	100	40	100	89	98	62
Gemiddelde	88	34	94	45	100	13	100	50	100	78	96	54
Sosiale-interaksievaardighede:												
Kommunikasievaardighede: skryf van verslag	82	18	100	40	100	0	100	20	100	94	96	51
Kommunikasievaardighede: mondelingse aanbiedings	91	27	100	50	100	33	100	60	100	94	98	62
Sosiale vaardighede	100	27	70	70	100	0	80	40	94	83	89	57
Werk in groepe	100	27	80	40	100	33	80	40	94	83	91	53
Gemiddelde	93	25	88	50	100	17	90	40	97	89	94	56
Rekenaarvaardighede:												
Verkryging van inligting m.b.v. internet	91	36	80	60	100	33	100	20	94	50	91	45
Basiese kennis van rekenaars	91	36	70	70	100	0	100	80	100	72	91	60
Gebruik van 'n woordverwerker bv. Word	100	36	50	20	100	0	100	60	83	61	83	43
Gebruik van 'n databasis bv. Access	91	36	70	40	100	0	60	20	44	33	66	32
Gebruik van 'n sigblad bv. Excel	82	45	50	20	100	0	40	0	50	44	60	32
Gebruik van 'n aanbiedingsprogram bv. PowerPoint	82	45	80	70	67	0	60	0	33	28	60	36
Gebruik van 'n tekenprogram bv. CAD	45	36	40	0	-	-	-	-	-	-	21	10
Gemiddelde	83	39	63	40	94	6	77	30	68	48	67	37
GEMIDDELTE VAN ALLE VAARDIGHED	88	33	81	45	98	12	89	40	88	72	86	49

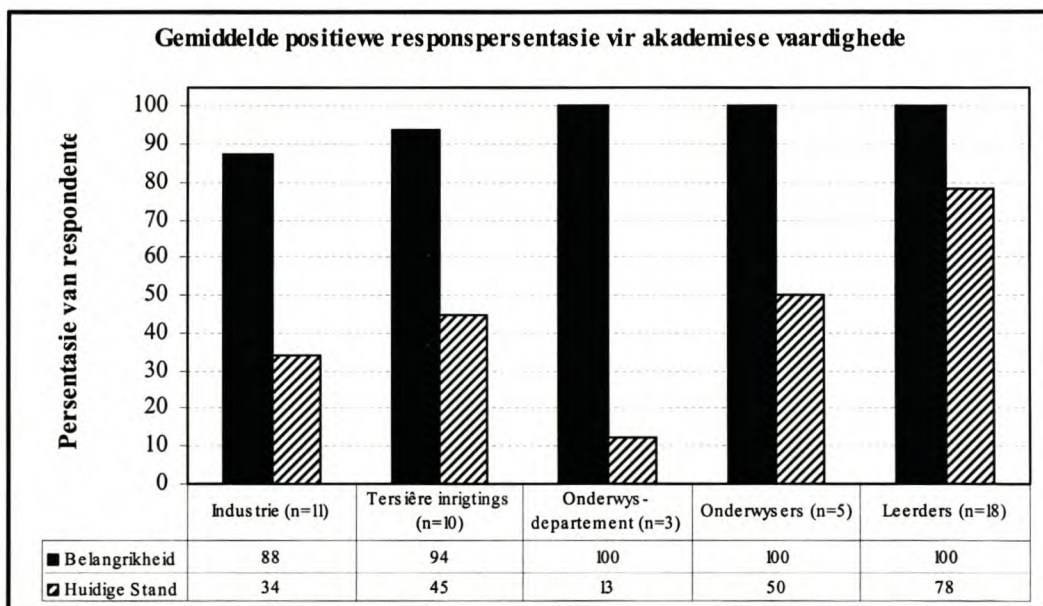
Die vaardighede wat leerders reeds op skoolvlak behoort te ontwikkel, stem ook in 'n groot mate ooreen met die kritieke uitkomst wat deur die UGO-onderwysstelsel voorgehou word (Malan, 2000; sien ook Marock, 1999 in §2.2.1). Die belangrikheid van die ontwikkeling van vaardighede op skool moet hoë prioriteit geniet en kan slegs suksesvol wees indien die onderrigstrategie en leeromgewing die huidige stand daarvan bevorder.

3.5.2 Akademiese vaardighede

Belangrikheid

Die belangrikheid van die akademiese vaardighede word uiters hoog aangeskryf deur al die rolspelers. Die PRP's van die respondente uit die onderskeie rolspelergroepe is as volg: tersiêre inrigtings (94%), onderwysdepartement (100%), onderwysers (100%) en leerder (100%). Die respondente uit die industrie het 'n ietwat laer (PRP van 88%) as die ander rolspelergroepe toegeken.

Die industrie is saamgestel uit 'n wye spektrum mense wat verskeie werksposisies op verskillende vlakke beklee. Die tipe werk, asook die posisie wat beklee word, bepaal in 'n groot mate die vlak van die akademiese vaardighede waaraan voldoen moet word. IR7 meen dat die hoëvlak werkers, dit wil sê mense in die gespesialiseerde rigtings, 'n hoë vlak van akademiese vaardighede behoort te hê, terwyl die intreevlak werkers nie noodwendig die vaardighede hoef te besit nie.



Figuur 3.3 Aanduiding van die gemiddelde positiewe responspersentasie van akademiese vaardighede.

IR1 sê dat daar is 'n fundamentele verskil tussen *om mense te bemagtig om besluite te neem* en *om mense te leer om besluite te neem*. Hy toon aan dat wanneer jy persone leer om besluite te neem, gee jy die persone teoretiese agtergrond terwyl wanneer jy mense bemagtig, dan gee jy vir hulle die nodige outoriteit om besluite te neem en jy verwag van die persone om die verantwoordelikheid te dra van die besluite wat geneem is. Die ideaal sou wees om te beweeg in die rigting waar persone bemagtig word om besluite te neem. Hierdie vaardigheid kan reeds op 'n baie klein skaal op skool ontwikkel word deur vir die leerders take te gee waarvoor hulle verantwoording moet doen.

IR6 en verteenwoordigers van die tersiêre inrigtings beskou die volgende akademiese vaardighede as baie belangrik, in die sin dat dit gespesialiseerde vaardighede is: die probleemoplossing-, besluitneming-, onafhanklike beplanning- en uitvoering van eksperimente-vaardighede.

Huidige stand

Die huidige stand van akademiese vaardighede word as laag deur die tersiêre inrigtings (PRP van 45%) en onderwysers beskou (PRP van 50%), en nog laer deur die industrie (PRP van 34%) en die heel laagste deur die onderwysdepartement (PRP van 13%). Volgens IR9 is die redes waarom die industrie so 'n lae waarde aan die akademiese vaardighede toeken, omdat 'n groot persentasie van hul werkers direk van die skool af kom. By implikasie beweer hy dat die ontwikkeling van dié vaardighede op skool nie voldoende beklemtoon word nie.

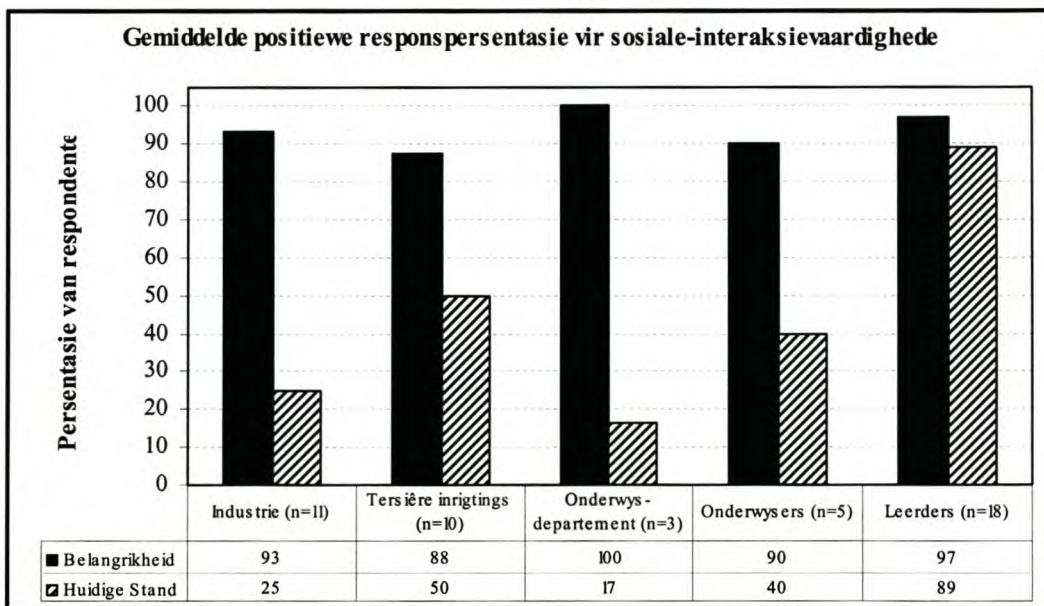
Die industrie se response uit die onderhoude is juis 'n verdere bevestiging van dit wat reeds in die literatuur bevind is, naamlik dat werkers wat tot die arbeidsmark toetree nie oor die nodige vaardighede beskik wanneer hulle die industrie betree nie (vergelyk Pretorius, 1995 in §1.1). Die WKOD is bewus van die huidige stand van die vaardighede by al die skole. Gevolglik kan die onderwysdepartement-respondente 'n mening gee oor die werklike stand van die ontwikkeling van vaardighede. Omdat die ou vakkurrikulum nie die ontwikkeling van akademiese vaardighede sterk beklemtoon nie, is dié vaardighede by baie van die leerders nie goed ontwikkel nie. Die nuwe uitkomsgebaseerde onderwysbenadering, wat reeds in sekere grade geïmplementeer is, sal die probleem hopelik in 'n groot mate oplos, aangesien dit die ontwikkeling van vaardighede sterk beklemtoon (sien NDoE, 2002e in §2.4.3). Hierdie UGO-benadering sal in meer detail in Hoofstuk 4 bespreek word.

3.5.3 Sosiale-interaksievaardighede

Belangrikheid

Vir die belangrikheid van die sosiale-interaksievaardighede gee die onderwysers, tersiêre inrigtings en die industrie effens laer PRP waardes (90%, 88%, 93% respektiewelik) as die leerders (PRP 97%) en onderwysdepartement (PRP 100%).

As die data in Fig. 3.3 met dié in Fig. 3.4 vergelyk word, kan afgelei word dat die industrie sosiale-interaksievaardighede belangriker beskou as akademiese vaardighede. Ter verdere ondersteuning van laasgenoemde afleiding, noem IR4 dat *goeie kommunikasie tussen alle vlak werkers van uiterste belang is, daarom skryf ons sosiale vaardighede hoër aan as akademiese vaardighede*.



Figuur 3.4 Aanduiding van die gemiddelde positiewe responspersentasie van sosiale-interaksievaardighede.

Volgens die huidige onderwysstelsel, naamlik die skool en tersiêre inrigtings, word die leerder/student bevorder op grond van sy/haar individuele prestasie en nie soseer op groepprestasies nie. Die gevolg is dat die prestasie van die individu beklemtoon word en dat groepwerk en groepaktiwiteite tot op hede nie so baie aandag soos individuele prestasie geniet het nie. Die nuwe UGO-benadering wat stelselmatig deur die onderwysdepartement in skole geïmplementeer word, is daarop gemik om in 'n groot mate die ontwikkeling van sosiale vaardighede te bevorder. Beide die voltooiing van aktiwiteite in groepsverband, sowel as die assessering van aktiwiteite in groepsverband, word hierby ingesluit.

IR9 meen dat om in groepe te kan saamwerk van kardinale belang vir die industrie is en gevolglik baie hoog deur dié respondente aangeskryf word. Om sosiale vaardighede by leerders op skoolvlak te bevorder, impliseer dat onderwysers onderrigaktiwiteite weldeurdag sal moet beplan. Die beplanning van dié onderrigaktiwiteite gaan aanvanklik baie tyd in beslag neem. OR4 meen in dié verband dat onderwysers, as gevolg van 'n redelike vol vakkurrikulum wat afgehandel moet word, nie die nodige tyd het om onderrigaktiwiteite te beplan nie. Wat groepwerk betref, dui OR5 byvoorbeeld aan dat dit noodwendig klaskamerdisipline sal benadeel.

Uit die bespreking is dit dus duidelik dat die onderwysers baie skepties oor die ontwikkeling van sosiale vaardighede is, veral omdat dit impliseer dat hul werkslading nog groter gemaak gaan word. Die industrie daarenteen plaas baie klem op sosiale-interaksievaardighede; veral kommunikasievaardighede word duidelik onderstreep deur die hoë PRP (93%) wat vir die belangrikheid daarvan toegeken is. Die industrie is ook die enigste rolspeler wat sosiale-interaksievaardighede bo akademiese vaardighede stel. Om dit te staaf noem IR6 dat:

...kommunikasie baie belangrik is vir die suksesvolle bedryf van enige maatskappy, hetsy dit via die rekenaar, skriftelik of mondelings is.

IR5 noem die volgende ten opsigte van sosiale vaardighede:

Die belangrikheid van sosiale vaardighede hang af van die werksomgewing. In die algemeen is sosiale vaardighede baie belangrik, omdat mense in 'n spanopset saamwerk en dit vereis word van die persone om die nodige vaardighede te ontwikkel om dit doeltreffend te kan doen. Daarmee saam gaan goeie kommunikasie wat verder ondersteun moet word deur goeie kommunikasiekanale.

Van die respondente is van mening dat die gekombineerde aanwending van verskillende vaardighede, wat almal deur die goeie sosiale vaardighede van verskeie individue gerugsteun word, in baie gevalle tot 'n suksesvolle industrie kan lei.

OR1 beklemtoon die ontwikkeling van sosiale vaardighede, deur die volgende te sê:

Die ontwikkeling van sosiale vaardighede is baie belangrik, veral vir die ontwikkeling van die leerder self. Die vaardighede help die leerder om hom/haarself in die samelewing te kan handhaaf.

LR5 noem die volgende:

Groepwerk moet baie goed beplan en uitgevoer word deur die onderwyser, want sekere tye is daar leerders wat nie werk nie en die verantwoordelik om die werk te voltooi, rus dan net op die sekere leerders wat wel saamwerk.

Om die belangrikheid van die kommunikasie verder te beklemtoon, word die volgende veronderstelling deur LR11 gemaak.

Goeie onderrig op skool kan slegs plaasvind indien kommunikasie tussen die onderwyser en leerder verbeter word en indien die onderwyser-leerling- en leerling-leerlingverhoudings verbeter word.

Bostaande aanhalings beklemtoon die belangrikheid wat die verskeie rolspelers aan die ontwikkeling van goeie sosiale vaardighede heg. Die aanhalings en die bespreking van die response toon duidelik aan dat die suksesvolle werking van die industrie gebaseer is op die individu se vermoë om doeltreffend in groepe te funksioneer.

Huidige stand

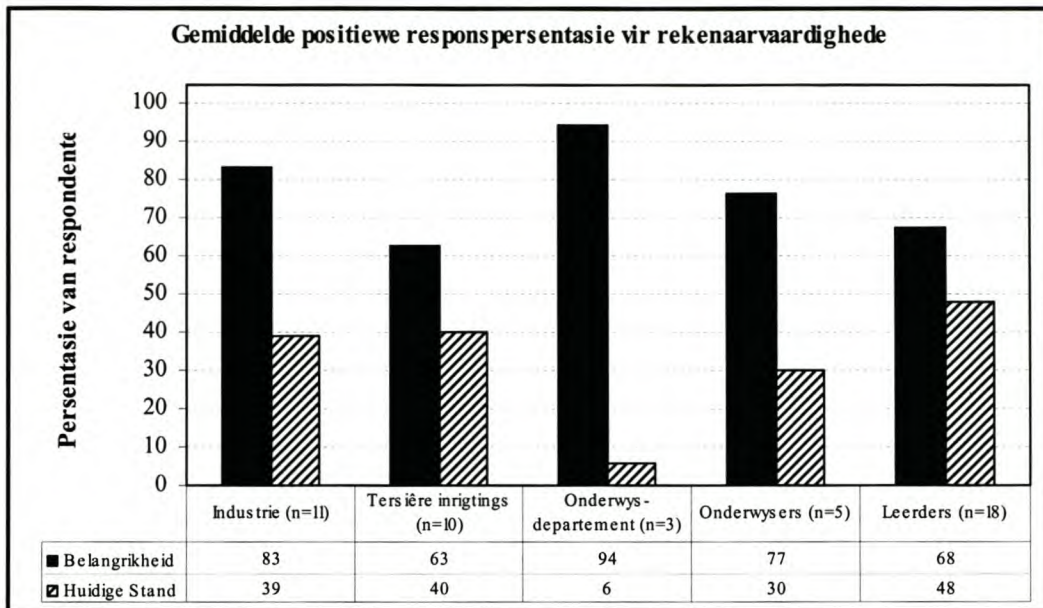
Die huidige stand van die sosiale-interaksievaardighede word as laag deur die tersiêre inrigtings (PRP=50%) en onderwysers (PRP=40%) en as baie laag deur industrie (PRP=25%) en die onderwysdepartement (PRP=17%) beskou. OR3 dui aan dat dit baie moeilik is om 'n opinie oor die huidige stand te gee, omdat sekere faktore, byvoorbeeld die tipe ondersteuning wat die leerders kry, die leerder se sosiale agtergrond, die tipe skool en die vermoë van die leerder self, 'n invloed op vaardigheidsvermoë van die leerder het. Sosiale-interaksievaardighede kry nie baie aandag in die natuur- en skeikunde-klas nie, veral nie as daar na die gemiddelde leerder verwys word nie.

Die baie lae PRP's, 17%, en 25%, wat onderskeidelik deur die onderwysdepartement en die industrie aan die huidige stand van die sosiale-interaksievaardighede toegeken is, beklemtoon die groot leemte in die ontwikkeling van dié vaardighede op skoolvlak. 'n Verdere afleiding wat gemaak kan word, is dat die huidige vakkurrikulum nie die ontwikkeling van dié vaardighede bevorder nie. Hierdie leemte sal hopelik in 'n groot mate deur die nuwe UGO-benadering reggestel word.

3.5.4 Rekenaarvaardighede

Belangrikheid

Die industrie en die onderwysdepartement beskou die belangrikheid van rekenaarvaardighede in dieselfde lig as akademiese vaardighede. Die motivering vir dié bewering is dat die hele industriële bedryf swaar steun op rekenaarstelsels wat verskeie funksies verrig (Molnar, 1997:63). Van alle werkers word dus 'n mate van rekenaargeletterdheid verwag. Alhoewel die industrie mense aanstel met wisselende akademiese kwalifikasies, byvoorbeeld skoolverlaters, studente en professionele persone, word van almal 'n sekere vlak van rekenaargeletterdheid vereis sodat nuwelinge maklik ingelei kan word in die gebruik van die huidige rekenaarstelsels in die industrie.



Figuur 3.5 Aanduiding van die gemiddelde positiewe responspersentasie van rekenaarvaardighede.

Laasgenoemde is onder andere belangrik vir effektiewe kommunikasie tussen die verskillende werkers. Die ideaal sou wees dat alle werkers rekenaargeletterd sou wees sodat hulle in die kortste moontlike tyd inligting vanaf die rekenaar kon bekom. Dit sal moontlik kan help om die industrie meer produktief te maak en meer koste-effektief te bedryf.

IR7 sê die volgende ten opsigte van die belangrikheid van rekenaarvaardighede:

Ons het 'n inligtingsstelsel op die stelsel waarvolgens die verskillende werkers met mekaar kommunikeer. Alle inligting kom op die stelsel voor, byvoorbeeld hoeveel voorraad daar is, watter bestellings geplaas is, hoeveel tekorte voorkom, hoeveel voorraad jy as werker gebruik het, ens. So, as die werkers nie die stelsel kan gebruik nie, dan sal hy/sy heeltemal verlore wees.

Alhoewel die onderwysers die belangrikheid van rekenaarvaardighede besef, lê hulle tog meer klem op akademiese- en sosiale-interaksievaardighede as gevolg van die gebrek aan rekenaarfasiliteite. Redes hoekom die ander rolspelers die ontwikkeling van rekenaarvaardighede op skoolvlak nie so belangrik beskou nie, word deur die volgende redes gemotiveer.

Nie alle skole en leerders het toegang tot rekenaars nie. Gevolglik maak dit nie sin om leerders reeds op skool rekenaarvaardig te wil maak as die nodige fasiliteite om dit te doen, ontbreek nie. OR2 noem in dié verband dat die basiese kennis van rekenaars baie belangrik is, maar dat daar tans heelwat leerders is wat nie rekenaars by die huis het nie en nog nooit met rekenaars te make gehad het nie. In baie gevalle het skole wel rekenaarlaboratoriums, maar dit word dikwels nie aangewend om leerders rekenaarvaardighede aan te leer nie. In die meeste

gevalle ontbreek die nodige kundigheid om dit te doen, of is daar 'n tekort aan personeel. LR3 sê dat baie van die skole dit nie kan bekostig om leerders rekenaarvaardighede te leer nie.

Respondente van die tersiêre inrigtings is van mening dat leerders wat die instansie betree, nie oor rekenaarvaardighede hoef te beskik nie, omdat die tersiêre inrigtings omvattende kursusse vir die ontwikkeling daarvan aanbied. TR5 noem byvoorbeeld dat:

...the specialised computer programmes like database, spreadsheets, etc. should not necessarily develop at school level.

Die teenargument is dat nie alle skoolverlaters die tersiêre inrigtings betree nie, maar dat juis sulke skoolverlaters deur 'n skoolkurrikulum wat rekenaarvaardighede bevorder, bemaagtig kan word om tot die industrie toe te tree.

In teenstelling met TR5 is TR2 van mening dat:

Basiese kennis van rekenaars is absoluut belangrik, omdat dit die leerder kan help om vinniger in te pas hetsy by die industrie of die tersiêre inrigtings. Alle nywerhede sowel die tersiêre inrigtings draai rondom die gebruik van rekenaars en daarom is dit van kardinale belang dat die leerder so vroeg as moontlik aan die ontwikkeling van rekenaarvaardighede blootgestel word.

Die onderwysdepartement beskou die ontwikkeling van rekenaarvaardighede in so 'n belangrike lig dat rekenaargebruik reeds by sommige skole as ekstra vak aangebied word. Die motivering hiervoor is dat die onderwysstelsel aan die arbeidsmark 'n produk wil lewer wat in 'n groot mate voldoen aan die vereistes wat deur dié arbeidsmark gestel word.

Huidige stand

Wat rekenaarvaardighede betref, is die rolspelers se gemiddelde PRP vir die huidige stand onderskeidelik; tersiêre inrigtings (PRP=40%), industrie (PRP=39%), onderwysers (PRP=30%) terwyl dit die laagste is vir die onderwysdepartement met 'n waarde van slegs 6%. Die leerders het 'n hoër PRP (48%) vir die huidige stand toegeken as die ander rolspelers. Hierdie PRP-waarde vir die huidige stand van die rekenaarvaardighede is heelwat laer as die waardes wat hul toegeken het vir die huidige stand van die akademiese- en sosiale-interaksievaardighede.

3.5.5 Opsomming

Die verwerkte data toon aan dat daar 'n groot gaping bestaan tussen die huidige stand van die geïdentifiseerde vaardighede by leerders en dit wat deur die rolspelers as belangrik geag word. Sonder uitsondering het elke rolspeler aangedui dat die huidige stand van elke vaardigheidskategorie veel laer is as die belangrikheid wat daaraan gekoppel word. Dit beteken dat alle rolspelers besef daar is 'n nypende behoefte aan die ontwikkeling van sekere

noodsaaklike vaardighede. Veral die onderwysdepartement toon aan dat die huidige stand van leerdervaardighede uiters swak is. Daarenteen is leerders moontlik bevooroordeeld en dus subjektief oor die huidige stand van al die vaardigheidskategorieë.

Daar is beduidende verskille tussen die sienings van die verskillende rolspelers ten opsigte van die belangrikheid en die huidige stand van die drie vaardigheidskategorieë naamlik akademiese-, rekenaar- en sosiale-interaksievaardighede. Die rolspelers wat deel van die onderwysstelsel vorm, naamlik die tersiêre inrigtings, onderwysdepartement, onderwysers en leerders, het die hoogste rang toegeken aan die akademiese vaardighede. Hierdie siening kan moontlik beïnvloed wees deur die feit dat die tradisionele kurrikulum die ontwikkeling van akademiese vaardighede baie hoog aanslaan. Aan die ander kant ken die industrie, wat die belangrikheid van vaardighede betref, die hoogste rang toe aan sosiale-interaksievaardighede.

Van die data kan dus afgelei word dat die respondente wat direk aan die onderwysstelsel verbonde is se grootste behoefte is om akademiese vaardighede te bevorder, terwyl die industrie verlang dat die klem moet verskuif na die ontwikkeling van sosiale-interaksievaardighede. Alhoewel die literatuurstudie wel aandui dat die industrie beide akademiese- en sosiale-interaksievaardighede hoog aanskryf (sien §2.2.4), word daar nie onderskeid getref rakende die vergelykende belangrikheid daarvan nie. Alle rolspelers het die laagste rang toegeken aan die belangrikheid van rekenaarvaardighede.

Afgesien van die industrie het al die ander rolspelers die laagste rang toegeken aan die huidige stand van rekenaarvaardighede. Dit is heel moontlik omdat baie skole nie rekenaarfasiliteite het nie. Die industrie, wat die hoogste rang aan die huidige stand van rekenaarvaardighede toegeken het, het in baie gevalle interne opleidingsprogramme wat basiese rekenaarvaardighede aan bykans hulle hele werkerskorps bied.

Die respondente van die tersiêre inrigtings, onderwysdepartement en die leerders dui aan dat die huidige stand van akademiese vaardighede swakker is as die sosiale-interaksievaardighede. Aan die ander kant ken die industrie en onderwysers daarenteen 'n hoër rang toe aan die huidige stand van akademiese vaardighede. Dit kan moontlik toegeskryf word aan die subjektiwiteit van onderwysers – dat die stand van die ontwikkeling van akademiese vaardighede dalk 'n vingerwysing na hul vermoëns om dié vaardighede by leerders te ontwikkel, kan wees. Die groot verskil tussen die hoë waarde wat die industrie toeken vir die belangrikheid van sosiale-interaksievaardighede en die lae rang wat hulle vir die huidige stand daarvan toeken, dui heel waarskynlik op die relatiewe onderontwikkeling van sosiale vaardighede en is 'n aanduiding van wat hulle grootste behoefte ten opsigte van vaardigheidsontwikkeling is.

Bogenoemde dui aan dat die werklike stand van die ontwikkeling van vaardighede soos die respondente dit ondervind, nie in ooreenstemming met die rolspelers se behoeftes is nie. Verder is dit duidelik dat die verskillende rolspelers uiteenlopende menings het oor die belangrikheid en die huidige stand van die ontwikkeling van spesifieke vaardighede. Daar is dus 'n duidelike behoefte aan nouer samewerking tussen die rolspelers om die geïdentifiseerde behoeftes en leemtes effektief te kan aanspreek.

3.6 SAMEVATTING

In die hoofstuk is daar gerapporteer oor die empiriese studie wat uitgevoer is. Die opsommings wat aan die einde van elke afdeling voorkom (§3.4.7 en §3.5.5), gee beknopte samevattinge van die response wat verkry is. Die behoeftes soos geïdentifiseer in die empiriese studie stem in 'n groot mate ooreen met die literatuurbevindinge in die vorige hoofstuk.

Respondente van die tersiêre inrigtings, die industrie en die onderwysdepartement is bewus van die krisis ten opsigte van die dalende getal leerders wat natuur- en skeikunde, veral op die hoër graad aanbied. Respondente is dit byna almal eens dat leerders nie voldoende voorberei word vir toetreding tot die industrie of tersiêre inrigtings nie, aangesien die nodige begrip en die verlangde vaardighede in 'n groot mate ontbreek. Menings word gehuldig dat leerders veral 'n probleem het om vakkennis te bemeester en toe te pas. Daar is 'n oorweldigende mening dat bogenoemde in 'n groot mate toegeskryf kan word aan onbekwame-, ondergekwalfiseerde- en ongekwalifiseerde onderwysers wat die vak aanbied, sowel as aan die gebrek aan voldoende infrastruktuur.

Indiens-onderwyseropleiding word hoog aangeskryf ter beter voorbereiding van leerders en onderwysers ten opsigte van die nuwe UGO-benadering. Die WKOD benodig geld om onderwyseropleidingsprogramme en onderwyserondersteuning te finansier. As in ag geneem word dat staatsfondse vir sulke programme beperk is, is dit uiters belangrik dat die privaatsektor 'n bydrae sal moet maak.

Die WKOD verwelkom enige vorm van ondersteuning van enige van die rolspelers betrokke by onderwys ten opsigte van die beplanning en implementering van effektiewe onderwys. Daar word egter verwag dat die betrokkenheid op 'n georganiseerde basis, wat gerig word deur duidelike gedefinieerde riglyne en 'n goeie kommunikasiestelsel, moet plaasvind. Die ondersteuning van die verskillende rolspelers kan op verskillende wyses geskied, byvoorbeeld die industrie kan betrokke raak deur die befondsing van onderwyseropleiding- en ondersteuningsprojekte, mentorskap, leerderinternskappe en die beskikbaarstelling van persoonlike tyd van persone vanuit die industrie.

Die tersiêre inrigtings kan byvoorbeeld betrokke raak deur opleiding en voortgesette onderwys vir onderwysers, aanbieding van werkswinkels vir leerders en die beskikbaarstelling van fasiliteite. Die genoemde wyses van betrokkenheid om leerdervoorbereiding te verbeter, sal slegs suksesvol geskied indien daar meetbare praktiese uitkomst daaraan gekoppel is.

Verwerkte response dui aan dat die werklike stand van die ontwikkeling van vaardighede soos die respondente dit ondervind, nie in ooreenstemming met die rolspelers se behoeftes is nie. Sonder uitsondering het elke rolspeler aangedui dat die huidige stand van elke vaardigheidskategorie veel laer is as die belangrikheid wat daaraan gekoppel word. Verder is dit duidelik dat die verskillende rolspelers uiteenlopende menings het oor die belangrikheid en die huidige stand van die ontwikkeling van vaardighede. Dit skep dus 'n behoefte vir nouer samewerking tussen die rolspelers sodat die geïdentifiseerde behoeftes en leemtes effektief opgelos kan word.

In die volgende hoofstuk sal wyses bespreek word oor hoe om die behoeftes wat deur elk van die onderskeie rolspelers geïdentifiseer is, aan te spreek.

HOOFTUK 4

STRATEGIEË OM AANDAG AAN ONDERWYSBEHOEFTE TE GEE

In dié hoofstuk is daar 'n bespreking van voorstelle deur respondente om sekere geïdentifiseerde behoeftes aan te spreek. Daar word ook verwys na nie-regeringsonderwysorganisasies (NROO's) se rol in dié verband. Elke afsonderlike NROO fokus egter op 'n spesifieke area van die onderwysstelsel. Die moontlikheid bestaan dus dat die gesamentlike invloed van die verskillende NROO's 'n beduidende bydrae tot onderwysleemtes kan lewer.

4.1 IMPLIKASIES VAN DIE GEÏDENTIFISEERDE BEHOEFTE RAKENDE NATUUR- EN SKEIKUNDE- EN WETENSKAPONDERWYS

In die vorige hoofstuk is bepaalde behoeftes rakende die opleiding van leerders in natuur- en skeikunde, deur verskillende rolspelers uitgewys. Alhoewel die verskillende rolspelers verskillende prioriteite het, is dit duidelik dat daar 'n groot gaping is tussen die huidige stand van die geïdentifiseerde vaardighede by leerders en dit wat deur die rolspelers as belangrik geag word (sien §3.5). Respondente is ook bekommerd oor leerders en onderwysers se mate van begrip van natuur- en skeikunde-inhoude.

Verskillende faktore dra daartoe by dat leerders nie voldoende toegerus word nie. Van die belangrikste faktore wat bydra tot die gebrekkige voorbereiding van leerders is 'n ontoereikende vakkurrikulum, onbekwame onderwysers en die gebrek aan voldoende fasiliteite.

Die empiriese studie wat uitgevoer is, toon duidelik aan dat die ontwikkeling van 'n goeie begrip van wetenskaplike inhoude asook die ontwikkeling van sekere vaardighede op skoolvlak van kardinale belang is vir die tersiêre inrigtings en die industrie. Wat die vakkurrikulum van die ou bedeling betref, is kennis oorbeklemtoon en te min klem gelê op begrip en vaardighede. Hierdie probleem word egter wel aangespreek deur die nuwe UGO-benadering, wat die ontwikkeling van begrip en vaardighede by leerders in die Algemene Onderwys- en Opleidingsband (AOO) en Verdere Onderwys- en Opleidingsband (VOO) sterk beklemtoon (NDoE, 1999b). Daar is nog baie onsekerheid oor UGO, veral oor hoe dit die ontwikkeling van vaardighede sal bevorder. Die blote feit dat vaardighede in die dokumente beklemtoon word, is geen waarborg dat dit in klaskamers geïmplementeer sal word nie. Die beklemtoning van deurlopende assessering en verskillende komponente daarvan kan wel 'n

bydra lewer tot die ontwikkeling van vaardighede, maar dan moet onderwysers die nodige opleiding en ondersteuning kry.

Nog 'n faktor wat daartoe bydra dat leerders nie voldoende toegerus is nie, is die bekwaamheid van die onderwysers. In baie gevalle ontbreek die vermoëns by onderwysers om die vak doeltreffend aan te bied, veral omdat hulle onervare, ondergekwalfiseerd of ongekwalifiseerd is om natuur- en skeikunde te onderrig. Daar is wye ooreenstemming dat laasgenoemde probleem slegs opgelos kan word deur voldoende onderwyseropleiding en -ondersteuning. Die doel van die opleiding en ondersteuning moet onder andere wees om onderwysers toe te rus met die nodige vaardighede en vermoëns, sodat hulle die vak doeltreffend en verstaanbaar vir die leerders kan aanbied. In die opleiding moet ook klem gelê word op hoe om die teorie relevant en binne konteks aan te bied.

Respondente toon ook aan dat sommige onderwysers nie heeltemal vertrouwd met die gebruik van die beskikbare praktiese apparaat is nie. Dit is in ooreenstemming met literatuurbevindinge (sien §2.5.2). Onderwysers in die bestaande onderwysstelsel, wat nie oor die nodige vaardighede beskik nie, behoort op 'n stelselmatige wyse deur indiensopleiding opgelei te word om die praktiese apparaat te gebruik. Verder behoort die opleidingsprogramme van voornemende onderwysers te sorg dat nuwe onderwysers toegerus is vir die praktiese onderrig van die vak. Die tersiêre inrigtings en NROO's kan hier 'n beduidende rol speel.

Een van die redes hoekom onderwysers nie voldoende bemagtig is nie, is volgens die respondente die gebrek aan 'n goeie infrastruktuur. Dit sluit in onvoldoende laboratoriumfasiliteite, asook tekorte aan die nodige apparaat en hulpmiddels wat kan help om die onderrigtaak suksesvol uit te voer. In die lig hiervan is dit nodig dat die nasionale- en provinsiale onderwysdepartemente dringend aandag moet gee aan skole se infrastrukture. Voldoende onderwysvoorsiening aan histories benadeelde skole behoort veral aandag te kry.

Respondente is ook van mening dat die onderwysers nie goed ingelig is oor wat wetenskap-, ingenieurs- en tegnologie-verwante beroepe behels nie. Gevolglik weet hulle in baie gevalle nie watter vakke die leerders moet neem, watter vaardighede die beroepe van die leerders sal vereis, asook watter teorie op skool behandel behoort te word nie. Hierdie gebrek aan toepaslike beroepsvoorligting kan moontlik veroorsaak dat leerders nie wiskunde- en wetenskaprigtings volg nie. Onderwysers behoort dus omvattend ingelig te word oor verskeie aspekte van genoemde beroepe.

Die huidige onderwysstelsel berei leerders nie voldoende voor om aan die verwagtings wat die tersiêre inrigtings en industrie stel, te voldoen nie. Die sintese van die data beklemtoon juis die groot leemte wat by die ontwikkeling van die vaardighede op skoolvlak voorkom. Die

wyses waarop die leemtes tot dusver deur elke rolspeleer individueel aangevul is, was nie baie suksesvol nie, omdat elke rolspeleer op sy eie probeer het om die probleem op te los. Alhoewel die onderwysdepartement primêr verantwoordelik is vir die onderwys, is die samewerking van die ander belanghebbendes by onderwys nodig om die leemtes in onderwys effektief aan te vul.

Indien die gedefinieerde onderwysbehoefte nie opgelos word nie, sal dit verreikende gevolge vir die industrie, tersiêre inrigtings en die leerders self hê. Daar is kommer dat die onderwysstelsel nie kan voldoen aan die toenemende aanvraag na meer vaardige werkers nie. Dit impliseer dat die industrie en die tersiêre inrigtings groot finansiële kostes moet aangaan ten einde skoolverlaters tot die gewenste vlak op te lei en voor te berei. Die industrie kan ook moontlik die posisies waarvoor daar nie geskikte kandidate is nie, vakant hou of selfs skrap. Die swak voorbereiding van skoolverlaters sal ook meebring dat hulle toenemend moeiliker toegang tot tersiêre inrigtings sal verkry. Van der Berg (2001a:3-5) meen dat voorgenoemde aspekte die ekonomiese groei van Suid-Afrika sal beperk en aanleiding tot verhoogde werkloosheid sal gee.

Aangesien die huidige onderwysleemtes nog in die afsienbare toekoms sal voortbestaan (Van der Berg & Burger, 2002:27), sal tersiêre inrigtings maatreëls in plek moet stel om hulle toelatingsbasis te verbreed, met inbegrip van hulle toelatingsvereistes. Ten einde hierdie doelwitte te bereik behoort tersiêre inrigtings 'n meer proaktiewe rol by sekondêre onderwys te speel (UP, 2002:87):

Ofskoon die Universiteit begrip en waardering het vir die Departement van Onderwys se pogings om die situasie te beredder, sal die Universiteit 'n meer prominente rol moet aanvaar deur by wyse van interaksie met sekondêre skole en die sekondêre skoolstelsel, hierdie skole by te staan om leerders met voldoende vaardighede en akademiese gereedheid te lewer en om die leerders self te help.

Dit impliseer ook dat tersiêre inrigtings moontlik hulle akademiese ondersteuningsprogramme sal moet versterk om leerders, wat nie 'n aanvaarbare vlak van akademiese gereedheid besit nie, toenemend te akkommodeer.

4.2 VOORSTELLE OM AANDAG AAN ONDERWYSBEHOEFTE TE GEE

Die inligting wat in die bespreking gebruik word, is verkry uit die onderhoude gevoer met die verskillende rolspeleers. Dit is so dat die nasionale- en provinsiale onderwysdepartemente nie alleen die geïdentifiseerde leemtes kan aanvul nie, maar die ondersteuning van al die rolspeleers betrokke by onderwys benodig. Om doeltreffend in die behoeftes te voorsien, is 'n goeie, ondersteunende onderwysstelsel nodig. 'n Goeie kommunikasiesisteem tussen die

verskillende rolspelers in die onderwys is belangrik. Elkeen moet presies ingelig wees oor wat verlang word of wat sy spesifieke rol in die onderwys is, sodat daar konstruktief gewerk kan word aan oplossings vir die geïdentifiseerde probleme.

In die bespreking wat volg, word voorstelle gegee oor hoe die industrie, tersiêre inrigtings, onderwysdepartement en NROO's 'n bydrae kan lewer tot die aanspreek van die geïdentifiseerde behoeftes.

4.2.1 Bydrae wat die industrie kan lewer

Die industrie wil graag betrokke raak by die aanspreek van die geïdentifiseerde behoeftes in die onderwys. IR7 toon in die verband aan dat moontlike wyses van betrokkenheid slegs sal geskied deur 'n duidelike gedefinieerde motivering. Goeie verhoudings tussen die industrie en die skool is van groot belang vir goeie samewerking tussen die twee rolspelers. IR5 dui aan dat die industrie slegs betrokke sal raak by skoolprojekte indien daar meetbare, praktiese uitkomst aan die betrokkenheid gekoppel is. Dit impliseer dat sulke projekte 'n toename in toekomstige werkers van hoë kwaliteit moet verseker. Die onderstaande toon aan tot watter mate en hoe die industrie 'n bydrae kan lewer.

Verbeterde voorbereiding van skoolverlaters

Een van die knelpunte wat in die empiriese studie uitgelig is, is dat die skoolstelsel nie leerders voorberei wat aan die industrie se verwagtings voldoen nie. 'n Verdere verwagting is dat daar 'n toename in die aantal leerders wat natuur- en skeikunde op hoër graad neem, sal wees en dat meer van die leerders hulle sal kwalifiseer in wetenskaplike-, ingenieurs- en tegnologiese rigtings. Die respondente is van mening dat hierdie probleme aangespreek kan word indien die industrie inspraak kan lewer by die onderwysproses. In die meeste gevalle beteken betrokkenheid een of ander vorm van finansiële ondersteuning aan programme wat sulke ondersteuning aan leerders bied. Voorbeelde hiervan is byvoorbeeld die finansiële ondersteuning aan programme soos TRAC SA, IWWOUS, SunStep en ander NROO's wat tans by die onderwysproses betrokke is. 'n Groot meerderheid van die respondente het aangetoon dat die doel van die sessies moet wees om leerders:

- 'n goeie akademiese agtergrond te gee met ander woorde die veronderstelling is dat die leerders deur so 'n ondersteuningsessie beter opgelei sal wees en derhalwe toegerus sal wees met voldoende begrip en vaardighede
- te voorsien met goeie materiaal wat hulle sal help om 'n goeie en stewige wetenskapfondament te vorm en as basis kan dien om nuwe idees te genereer en bestaande idees se geldigheid te toets
- te help om die praktiese toepassings van die teorie te begryp

- blootstelling te gee aan wat die industrie behels en watter bekwaamhede verskillende beroepe vereis
- 'n beter begrip van toekomstige beroepsvereistes te gee.

Die ontwikkeling van die verlangde vaardighede op skoolvlak

Die industrie kan 'n belangrike rol speel by die befondsing van programme wat ten doel het om vaardighede by onderwysers sowel as leerders te ontwikkel. Voorbeelde van sulke programme is reeds in §4.2.1 genoem. Van die respondente is ook van mening dat die industrie byvoorbeeld by skole in die landelike gemeenskappe en agtergeblewe gemeenskappe, wat baie hulp en ondersteuning nodig het, betrokke kan raak by die ontwikkeling en aanbieding van goeie opvoedkundige programme. Industrieë kan skole van 'n spesifieke gemeenskap borg vir onderwyseropleidingsessies, of vir leerderondersteuningsprogramme, met die doel om vaardighede te ontwikkel. Sodoende kan verseker word dat die toekomstige werkers in die industrie blootstelling kry aan intervensies wat sekere vaardighede by die leerders kan ontwikkel. Die wyses van betrokkenheid is as volg aangedui:

- Leerderinternskappe is een van die maniere waarop leerders blootstelling aan die industrie kan kry. ODR3 stel voor dat, wat die VOO betref, die leerders hul praktiese gedeelte van 'n kursus by die industrie voltooi en daarvoor krediete kry. Laasgenoemde kan geskied deurdat leerders tydens vakansies by 'n maatskappy werk of tydens bloksessies wat afgestaan word vir praktiese werk.
- Mentorskap. Maatskappye kan leerders help om ervaring van die praktiese aspekte van 'n beroep op te doen deur van hulle werkers as mentors aan te stel. 'n Mentor is 'n persoon in die maatskappy wat aangestel word om die leerder te begelei. Dit beteken dat die leerder die verantwoordelikheid van die mentor sal word. Die leerder neem alles waar wat die werker doen en ervaar dus wat die beroep behels, veral ten opsigte van die uitvoer van daaglikse pligte. Mentorskap is egter nie altyd prakties uitvoerbaar nie, in die eerste plek as gevolg van, die risiko verbonde aan die werksplek en tweedens omdat groot getalle leerders nie altyd geakkommodeer kan word nie. Indien dit wel haalbaar is, sal hierdie tipe benadering tot gevolg hê dat die leerder voldoende blootstelling en praktiese ervaring kry van die beroep wat hy/sy beplan om te volg, asook watter vaardighede die werksopset van hom/haar gaan verwag.
- Die reël en borg van wetenskapkompetisies tussen verskillende skole. Dit kan leerders ervaring gee in verband met die ontwikkeling van navorsingsvaardighede, asook sosiale vaardighede. Die industrie kan 'n verdere bydrae lewer deur onderwysersopleidingsprojekte, wat deur tersiêre inrigtings aangebied word, te befonds.

- Die beskikbaarstelling van rolmodelle uit die gemeenskap kan gebruik word om leerders te motiveer om verder te studeer in rigtings wat verkeerdlik as tradisioneel moeilik beskou word.

Die ontwikkeling en opleiding van onderwysers

By hierdie aspek kan die industrie betrokke raak deur die borg van onderwyserprojekte en die finansiering van onderwyseropleiding.

Die verbetering van die infrastruktuur van skole

Die respondente in die industrie dui aan dat hulle bydrae beperk sal wees, maar dat hulle wel 'n bydrae kan lewer waar dit die borg van handboeke, rekenaars, praktiese apparaat en leerdermateriaal betref.

4.2.2 Bydrae wat die tersiêre inrigtings kan lewer

Net soos die industrie sal die tersiêre inrigtings slegs betrokke raak by skoolprojekte indien daar meetbare, praktiese uitkomstes aan die betrokkenheid gekoppel is. Hierdie betrokkenheid is ook gekoppel aan goeie en deursigtige kommunikasie tussen die tersiêre inrigtings en die skool. Die onderstaande toon aan watter vorm die betrokkenheid kan aanneem.

Verbeterde voorbereiding van skoolverlaters

Die tersiêre inrigtings kan deur die beskikbaarstelling van hul kundigheid en fasiliteite indien moontlik, 'n groot bydrae tot opleidingssessies vir leerders lewer. Dit impliseer dat leerders deur die intervensie beter opgelei en voorbereid sal wees vir toetredes tot tersiêre inrigtings.

Die ontwikkeling van die verlangde vaardighede op skoolvlak

Hierdie aspek sluit nou aan by die vorige paragraaf wat bespreek is, maar behels ook die ontwikkeling van verlangde vaardighede deur die blootstelling aan programme wat spesifiek daarop gemik is.

Die ontwikkeling en opleiding van onderwysers

Voortgesette onderwys kan plaasvind in die vorm van kort opknappingskursusse, werksinkels en opleidingssessies. Om laasgenoemde praktiese uitvoerbaar te maak, is 'n goeie infrastruktuur en beskikbare fasiliteite baie belangrik. ODR2 en TR7 noem byvoorbeeld dat tersiêre inrigtings hier 'n belangrike rol kan speel deur die beskikbaarstelling van hul kundigheid en fasiliteite. Hierdie betrokkenheid moet egter goed gekoördineer word en die nodige infrastruktuur moet geskep word om persone van die tersiêre inrigtings voldoende

betrokke te kry by skoolprojekte. Indien dit nie só plaasvind nie, is die kans groot dat die invloed op die onderwysers beperk sal wees.

Laastens moet die samewerking tussen dosente en onderwysers sodanig verbeter word dat onderwysers die dosente kan kontak indien hulle hulp nodig met die gebruik van praktiese apparaat. Dosente kan ook as gasonderwysers by skole optree om die relevansie van die vak vir die leerders duidelik te maak.

Die verbetering van die infrastruktuur van skole

Die tersiêre inrigtings kan hier nie 'n groot bydrae lewer nie, aangesien hulle ook van befondsing vanaf die staat en ander donateurs afhanklik is. Uitgediende, maar steeds bruikbare toerusting kan moontlik aan behoeftige skole geskenk word.

4.2.3 Bydrae wat die onderwysdepartement kan lewer

Aangesien die Nasionale Departement van Onderwys primêr verantwoordelik is vir onderwys, is dit belangrik dat hulle definitiewe aksies moet implementeer om onderwysers te ondersteun. Die behoeftes van die nasionale- en provinsiale onderwysdepartemente soos in die literatuur- en empiriese studie geïdentifiseer, kan as volg saamgevat word:

- die aantal Swart kandidate wat natuur- en skeikunde aanbied, moet toeneem
- die kwaliteit van die leerders wat natuur- en skeikunde aanbied, moet verbeter; dit impliseer dat die aantal hoër graad kandidate moet toeneem
- die kwaliteit van natuur- en skeikunde-onderwys sal verbeter
- daar 'n groter mate van betrokkenheid van die verskillende rolspelers by onderwys sal wees.

Die wyse hoe die onderwysdepartement 'n bydrae kan maak, word in die onderstaande paragrawe bespreek.

Verbeterde voorbereiding van skoolverlaters

Die Nasionale Departement van Onderwys is daarvan bewus dat daar 'n daling in die getal leerders is wat natuur- en skeikunde op die hoër graad aanbied (sien §2.4.1). Hulle besef ook dat verskeie faktore daartoe bydra (sien §2.4 en §3.4.3). Een van die wyses waarop hulle onderwyskwessies probeer aanspreek, is deur die implementering van beleid en wetgewing. Onderstaande is van die beleidsdokumente wat reeds vrygestel is:

- White Paper on Education and Training (NDoE, 1995)
- White Paper on Science and Technology (NDoE, 1996b)

- National Strategy for Mathematics, Science and Technology Education in General and Further Education and Training (NDoE, 2001c)
- National Curriculum Statement for Grades 10-12 (schools): Physical Sciences (NDoE, 2002a).

Benewens beleidshervorming, word die ou kurrikulum stadig uitgefaseer en word die UGO-benadering stelselmatig geïmplementeer om die leemtes wat ten opsigte van vaardighedsontwikkeling by leerders bestaan, aan te vul.

Die ontwikkeling van die verlangde vaardighede op skoolvlak

Die ou onderwysbenadering het nie die ontwikkeling van vaardighede so sterk beklemtoon nie en dit het gelei tot die implementering van uitkomsgebaseerde onderwys (UGO). In die lig hiervan word daar vervolgens 'n oorsig gegee van UGO in die algemeen en word daar spesifiek gekyk na die verwagte bydrae wat dit kan lewer ten opsigte van vaardighedsontwikkeling.

Om vaardighede doeltreffend op skoolvlak te ontwikkel, beteken dat die kurrikulum soos tot dusver gebruik, aangepas moes word sodat dit die ontwikkeling van vaardighede kan bevorder. Die nuwe UGO-benadering lê sterk klem op die bereiking van uitkomstes wat die ontwikkeling van vaardighede tot gevolg het. Die Nasionale Departement van Onderwys het reeds UGO in die grondslagfase, intermediêre fase en seniorfase geïmplementeer en vanaf 2006 word dit in die VOO geïmplementeer (NDoE, 1997b). Vervolgens sal kortliks bespreek word wat uitkomsgebaseerde onderwys behels.

Die aard van UGO

Claasen (1998, aangehaal in Malan 2000:26) beskou UGO as 'n transformasieproses wat plaasvind tussen die ou- en die nuwe onderwysbenadering. Hy toon verder aan dat hierdie benadering interaksie tussen die leerder en die kurrikulum bevorder deurdat die leerders gekonfronteer word met kennisbronne, konstruering van kennis en die neem van verantwoordelikheid vir hulle eie leer. UGO is gebaseer op die bereiking van uitkomste deur die leerintervensies wat plaasvind. Van der Horst (2001:1) dui aan dat UGO 'n lewenslange opvoedingsproses is en dat die opvoeding van 'n persoon as 'n geïntegreerde leerproses beskou word.

Volgens die *Natuurwetenskappe Hulpbronne vir Opvoeders* (WKOD, 2001) word die uitkomste gegroepeer in kritieke uitkomste wat verder verdeel kan word in spesifieke uitkomste. Die *OBE Discussion Documents* (NDoE, 1997a:11) toon aan dat kritieke uitkomste (KU) 'n lewenslange leerkurwe impliseer en dat die doelstellings van die onderwys daardeur bepaal word. Hierdie uitkomste is gebaseer op breë generiese uitkomste wat uit die grondwet

voortspruit en dit formuleer die spesifieke uitkomst vir die verskillende leerareas. Tabel 4.1 bevat die kritieke- en ontwikkelingsuitkomst wat in alle UGO onderrig-, leer- en assesseringstrategieë in ag geneem moet word. Volgens die *Natuurwetenskappe Hulpbronne vir Opvoeders* (WKOD, 2001) en die *Natuurwetenskappe Hulpbronnepakket* (WKOD, 2002) is daar sewe kritieke- en vyf ontwikkelingsuitkomst vir beide die Algemene Onderwys- en Opleidingsband (AOO) en Verdere Onderwys- en Opleidingsband (VOO). Hierdie uitkomst word in die onderstaande tabel gegee.

Tabel 4.1 Lys van kritieke- en ontwikkelingsuitkomst vir die AOO en VOO.

Kritieke uitkomst	Ontwikkelingsuitkomst
1. Identifiseer en los probleme op sodat dit uit die reaksie blyk dat verantwoordelike besluite met behulp van kritiese en kreatiewe denke geneem is.	1. Besin oor en ontdek 'n verskeidenheid strategieë om meer doeltreffend te leer.
2. Werk op 'n doeltreffende wyse saam met ander in 'n span, groep, organisasie of gemeenskap.	2. Deelname as verantwoordelike burgers in plaaslike, nasionale en wêreldwye gemeenskappe.
3. Organiseer en bestuur aktiwiteite op 'n verantwoordelike en doeltreffende wyse.	3. Toon kulturele en estetiese sensitiviteit in 'n verskeidenheid sosiale kontekste
4. Versamel, ontleed, organiseer en evalueer inligting krities.	4. Verken onderwys- en beroepsgeleenthede.
5. Kommunikeer doeltreffend deur visuele, wiskundige en/of taalvaardighede. Gebruik verskillende mondelinge en/geskrewe aanbiedings.	5. Ontwikkel geleenthede vir entrepreneurskap.
6. Gebruik wetenskap en tegnologie op 'n doeltreffende en kritiese manier en lê verantwoordelikheid aan die dag vir die omgewing en ander se gesondheid.	
7. Toon 'n begrip van die wêreld as 'n stelsel.	

Volgens die *OBE Discussion Documents* (NDoE, 1997a:13) is spesifieke uitkomst gebaseer op die konteks waarop dit van toepassing is. Dit omskryf die vermoë wat die leerders behoort te ontwikkel op die verskillende vlakke van leer in die verskillende leerareas. Dit word nie noodwendig direk aan bepaalde prestasies gemeet nie, maar wel gekoppel aan vlakke van prestasie. Wat die WKOD se benadering ten opsigte van die natuurwetenskap betref, kan die spesifieke uitkomst in drie leeruitkomst gegroepeer word, naamlik die ontwikkeling van prosesvaardighede, die ontwikkeling van kennis en die toepassing daarvan, en die ontwikkeling van waardes ten opsigte van wetenskap en die gemeenskap. Die drie leeruitkomst is van toepassing op die AOO. Wat die VOO betref, is daar volgens die *Draft National Curriculum Statement for Grade 10-12* (NDoE, 2002a) vier leeruitkomst

gedefinieer. Die leeruitkomste omskryf die kennis en vaardighede wat leerders veronderstel is om te ontwikkel en dit word in die onderstaande bespreking beskryf.

Leeruitkoms 1: Wetenskaplike navorsing- en probleemoplossingsvaardighede

Hierdie leeruitkoms toon aan dat die leerders in staat moet wees om prosesvaardighede te ontwikkel, asook kritiese denke, wetenskaplike redenering, beplanning van strategieë om ondersoek in te stel, asook hoe om probleme in 'n verskeidenheid van kontekste op te los.

Leeruitkoms 2: Konstruering en toepassing van wetenskaplike kennis

Dié leeruitkoms impliseer dat die leerder in staat moet wees om wetenskaplike en tegnologiese feite, konsepte, teorieë, modelle en wette te verduidelik, interpreteer en evalueer, asook om dit in die alledaagse konteks te kan toepas.

Leeruitkoms 3: Die aard van die wetenskaplike kennis

Hierdie uitkoms impliseer dat die leerder in staat moet wees om verskillende bronne van wetenskaplike kennis te kan identifiseer. Dit toon verder aan dat die leerder wetenskaplike kennisverklarings moet kan evalueer, in ag genome die kulturele en historiese konteks daarvan.

Leeruitkoms 4: Wetenskap, tegnologie, die gemeenskap en die omgewing

Dié leeruitkoms impliseer dat die leerder in staat moet wees om die invloed van natuur- en skeikunde op die kwaliteit van volhoubare sosio-ekonomiese ontwikkeling van die mens aan te toon. Dit moet geskied deur middel van kritiese evaluering van interaktiewe verhoudings tussen die fisiese wetenskappe en tegnologie, die gemeenskap, etiek en die omgewing.

Bostaande vier leeruitkomste is nie veronderstel om afsonderlik aangebied te word nie, maar moet in die beplanning van 'n les geïntegreer word. Die onderstaande tabel toon die verband tussen die leeruitkomste en die spesifieke uitkomste aan.

Tabel 4.2 Verwantskap tussen spesifieke- en leeruitkomste.

Wetenskaplike prosesse	Wetenskaplike kennis	Wetenskap en die gemeenskap
SU-1: Ondersoekende prosesvaardighede	SU-2: Konsepte, Beginsels en gekonstrueerde kennis.	SU-4: Bestuur en die ontwikkeling van hulpbronne.
SU-3: Probleemoplossingsvaardighede	SU-7: Toon begrip van die veranderende en betwiste aard van kennis.	SU-6: Wetenskap en Kultuur
SU-5: Besluitnemingsvaardighede		SU-8: Etiek, vooroordeel en ongelykhede wat verband hou met natuurwetenskappe.
		SU-9: Sosio-ekonomiese ontwikkeling.

Bostaande onderwysbenadering sal slegs suksesvol in die skole geïmplementeer kan word indien navorsing oor die implementering daarvan deeglik vooraf gedoen word. Die nuwe onderwysbenadering is nog in die implementeringsfase en ervaar baie groeipyne. Laasgenoemde is normaal omdat dit 'n proses is waar persone betrokke is wat vertrouwd was met 'n gevestigde onderwysbenadering.

Verskeie redes dra daartoe by dat UGO nog nie suksesvol in alle skole geïmplementeer is nie (sien literatuurbevindings in §2.5.1). Van die respondente is van mening dat die onderwysers en skole nog nie die nuwe onderwysbenadering aanvaar het nie. Laasgenoemde is die gevolg van onderwysers wat gemaklik was met 'n onderwysstelsel wat duidelike riglyne gegee het oor die onderrigdoelstellings en inhoude vir elke graad. Sommige respondente het ook aangetoon dat nie alle onderwysers vertrouwd is met UGO nie en gevolglik is hulle negatief ingestel ten opsigte daarvan. Nog 'n rede is dat daar nie duidelike gedefinieerde riglyne is oor watter inhoude in die verskillende grade gedoen moet word nie. Laasgenoemde veroorsaak dat leerders van die verskillende skole nie almal blootgestel word aan dieselfde inhoude nie en die praktiese implikasie hiervan is dat wanneer leerders na ander skole skuif, hulle nie dieselfde inhoude gedoen het nie.

UGO kan in 'n groot mate die ontwikkeling van vaardighede by leerders op skoolvlak bevorder. Dit sal egter slegs suksesvol gedoen kan word indien die bostaande probleme opgelos word.

Die ontwikkeling en opleiding van onderwysers

Die Nasionale Departement van Onderwys en die WKOD is van mening dat die gebrekkige voorbereiding van leerders in 'n groot mate toegeskryf kan word aan onbekwame onderwysers wat die vak onderrig. Onderwyserondersteuning is baie belangrik en die onderwyser moet deur die verskillende wyses van ondersteuning toegerus word met vaardighede wat hom/haar in staat stel om die onderrig in die klas so te beplan dat dit die ontwikkeling van vaardighede bevorder. Van die aksies wat gerig is op die ondersteuning en opleiding van onderwysers is die indiensopleiding van die onderwysers deur middel van werkswinkels en die ondersteuning van onderwysers tydens netwerkvergaderings, werkswinkels en opknappingskursusse.

Kursusse soos die Gevorderde Onderwyssertifikaat (GOS) word by die Universiteit van Stellenbosch vir wetenskap en die Universiteit van Wes-Kaap vir wiskunde-onderwysers aangebied, om hulle te bekwaam met die nodige kennis om die vak effektief te onderrig.

Van die ander strategieë wat reeds deur die WKOD geïmplementeer is, is die aanstelling van 'n hoofkurrikulumadviseur wat die verantwoordelikheid het om kurrikulumadviseurs op te lei sodat dié kurrikulumadviseurs bekwaam is om die onderwysers effektief te ondersteun. Die volgende is van die aksies wat deur die WKOD geïnisieer en geïmplementeer is om natuur- en

skeikunde- en wetenskaponderwysers toe te rus om die vak beter te onderrig. Hierdie inligting is verkry uit die onderhoude gevoer met die onderwysdepartement-respondente.

Die Nasionale Departement van Onderwys en die WKOD besef dat om die probleem doeltreffend die hoof te bied, moet voldoende ondersteuning aan onderwysers gegee word. Benewens die ondersteuning alreeds genoem, word daar vier strategieë deur die WKOD beplan en reeds gedeeltelik geïmplementeer is. Eerstens word die implementering van die nuwe onderwysbestuur- en ontwikkelingsentrums (OBOS'se) bespreek, tweedens die skep van onderhoudende netwerke wat deur die OBOS ondersteun word, derdens die kontrole van die betrokkenheid van NROO's deur die stigting van vennootskappe en laastens die bespreking van die daarstel van 'n wetenskap- en tegnologiesentrum in die Wes-Kaap. Hier volg 'n kort bespreking van die verskillende strategieë.

Onderwysbestuur- en ontwikkelingsentrums (OBOS'se)

Die doel van hierdie strategie is om struktuur te skep sodat kurrikulumadviseurs 'n waardevolle bydrae kan lewer tot die ondersteuning en ontwikkeling van skole. Hiermee word gepoog om aandag aan die behoeftes van die onderwysers en die skole op alle vlakke te gee. Die WKOD is geherstruktureer sodat in plaas van drie streke, daar sewe onderwysbestuur- en ontwikkelingsentrums oor die hele Wes-Kaap voorkom. In die verlede was daar vir die hele Wes-Kaapse streek slegs drie kurrikulumadviseurs wat verantwoordelik was vir 309 skole. Vir die nuwe struktuur in die Wes-Kaapse streek word daar voorsiening gemaak vir veertien natuurwetenskappe kurrikulumadviseurs wat die 309 skole kan ondersteun. Met die nuwe strategie wat gevolg gaan word, sal die kurrikulumadviseurs 'n waardevoller rol kan speel met die ondersteuning en ontwikkeling van natuur- en skeikunde en wetenskap by skole. Die effektiwiteit van die OBOS'se word verder verhoog deur die skep van onderhoudende netwerke.

Skep van onderhoudende netwerke

Volgens hierdie strategie sal skole in 'n omgewing gegroepeer word in 'n netwerk met 'n netwerkkooördineerder. Op hierdie vlak sal dit onderwyser-tot-onderwyserondersteuning wees en ODR2 sê dat *navorsing bewys het dat onderwysers meer begrip het vir mekaar se probleme asook mekaar beter kan ondersteun as wat kurrikulumadviseurs dit kan doen.*

Die Nasionale Onderwysdepartement ondersteun samewerking tussen verskillende onderwysers (Mabry, 1999:51):

Teachers cannot continue to teach in isolation if students are to gain a more comprehensive educational experience, teachers need time and professional development opportunities to plan and dialogue with their peers. Results suggest that teachers may be more effective if they work with one another.

Roos (2000:2) het 'n soortgelyke standpunt:

It is important to develop a culture of connectivity and collaboration between teachers and classes in this country.

Vennootskappe met NROO's

Hierdie strategie word geïmplementeer sodat daar beter kontrole kan wees oor die NROO's se betrokkenheid by die onderwys. Hierdeur word verseker dat elke skool voldoende ondersteuning kry, maar dit verhoed ook dat sekere skole oorlaai word deur die betrokkenheid van verskillende NROO's. Met die vennootskappe tussen die NROO's en die nasionale- en provinsiale onderwysdepartemente kan aandag geskenk word aan skole wat regtig intensiewe hulp en bystand verlang en hierdie ondersteuning kan dan òf deur die kurrikulumadviseur òf deur die NROO's verskaf word.

Die ontwikkeling van 'n wetenskap- en tegnologiesentrum in die Wes-Kaap

Hierdie sentrum is in Maart 2003 geopen, maar die eerste leerders word eers in 2004 ingeneem. Hierdie sentrum sal begaafde leerders van alle rasse, maar met 'n spesiale fokus op leerders van agtergeblewe gemeenskappe huisves (WCED, 2003:1). Dit vorm deel van 'n omvattende plan van die WKOD om leerderprestasie in wiskunde en wetenskap te verbeter. Die strategie is om 50 onderwysers vir opleiding vir 'n tydperk van vier tot ses weke uit die skoolstelsel te onttrek. Vir die tydperk sal 'n plaasvervanger vir die onderwysers by die skool voorsien word. Alhoewel die konsep goed is, is die praktiese uitvoerbaarheid daarvan problematies as gevolg van die huidige tekort aan opgeleide natuur- en skeikunde-onderwysers wat as plaasvervangers vir die onderwysers kan optree.

Die opleiding wat vir die onderwysers beplan word, het 'n driedelige doel, naamlik om:

- deur die interaksie met ander onderwysers hulpbronne te skep wat weer versprei kan word na die ander skole wat nie by die sentrum verteenwoordig is nie
- onderrigvaardighede by die onderwysers te ontwikkel
- te dien as onderwysermotivering.

Bostaande strategieë sal slegs suksesvol geïmplementeer kan word indien alle skole betrek word en alle onderwysers konstruktief saamwerk. Die respondente is van mening dat die pogings wat die WKOD tans aanwend om die onderwysers in die skole te ondersteun, nie voldoende is nie, omdat die probleem te omvangryk is.

4.3 BYDRAES DEUR NIE-REGERINGSONDERWYSORGANISASIES

Die empiriese studie het nie ondersoek ingestel na nie-regeringsonderwysorganisasies (NROO's) se behoeftes ten opsigte van wetenskaponderwys op skoolvlak nie. Die belangrike bydrae wat NROO's lewer tot die onderwys, noodsaak egter die bespreking van die rol wat dié rolspeler kan speel om aandag aan onderwysbehoefte te gee. Tans is daar 'n groot aantal NROO's betrokke by verskillende aspekte van onderwys. Miller *et al.* (2002:1-4) toon die volgende oor NROO's se betrokkenheid in Afrika aan:

During the last decade non-governmental organizations (NGO's) have been increasingly tapped to implement development programs.

...the question is no longer whether NGO's should play a role in the education sector, but how NGO's are most likely to fulfill their promise to improve the quality, equity, accountability, and pertinence of education in African countries.

Tans is daar baie min NROO's by wetenskap betrokke en ODR2 sê in dié verband dat die behoefte aan meer betrokkenheid al hoe groter word, omdat die WKOD nie alleen die behoeftes van wetenskaponderwys kan baasraak nie. Hy toon verder aan dat, om die samewerking tussen die verskillende NROO's en die WKOD beter te koördineer, laasgenoemde vennootskappe met NROO's gesluit het. Die betrokkenheid word sterk gesteun deur die WKOD, juis omdat laasgenoemde besef dat hy nie alleen aandag aan al die behoeftes kan gee nie. Dit is daarom dat hy sterk steun op die samewerking van die onderskeie NROO's.

In die Wes-Kaap is daar 'n groot aantal NROO's by onderwys betrokke, derhalwe was hulle genoodsaak om 'n koalisie te vorm. Laasgenoemde is gedoen om die verskillende NROO's se betrokkenheid te koördineer. Hierdie koalisie, naamlik die Indiensopleidingsvoorsieningskoalisie (IVK) is 'n groep van NROO's wat aktief by onderwys betrokke is. Hulle uitgangspunt is om aandag aan verskillende fasette van die onderwys te gee. Dit het tot gevolg dat 'n meer ingeligte en afgeronde persoon die tersiêre inrigtings en die industrie betree. Nie net die NROO's wat betrokke by wetenskap en wiskunde is, word as deel van die bespreking gelys nie, maar ook dié wat betrokke is by aspekte wat bydra tot die algehele ontwikkeling van 'n persoon. Die volgende doelstellings word deur die koalisie nagestreef:

- die vestiging van 'n gesonde skoolklimaat wat kan bydra tot die maksimale ontwikkeling van leerders en onderwysers se potensiaal
- die bemagtiging van opvoeders met die nodige vaardighede om aanpasbaar te wees by die veranderende eise wat aan die onderwysstelsel gestel word
- die bemagtiging van rolspelers wat betrokke is by onderwys om saam besluite te kan neem oor aspekte van belang vir die onderwys

- aanvaarding van verantwoordelikheid om professionele ondersteuning te verseker in die voortgesette ontwikkelingsprosesse
- daarstelling van toegang tot onderwysgeleenthede (wat betrekking het op onderrigmetodes) vir plattelandse sowel as stedelike kolleges
- skep van selfvernuwingsgeleenthede om op hoogte te bly met die plaaslike sowel as internasionale navorsing en ontwikkeling
- bevordering van demokrasie in die onderwys en die verwerping van rassisme en seksisme.

Die IVK erken dat die WKOD verantwoordelik is vir die voortgesette ontwikkeling van die onderwys op skoolvlak en dat die betrokkenheid van al die rolspelers by onderwys van kardinale belang is. Die betrokke rolspelers wat hier ingesluit is, is die skool, onderwysers, WKOD, tersiêre inrigtings, NROO's en die industrie. Die koalisie het ook ten doel om betekenisvolle vennootskappe te sluit en te onderhou. Hierdie koalisie het in 1997 tot stand gekom nadat die WKOD versoek het dat die verskillende NROO's hulself moet organiseer in een liggaam om sodoende die onderhandeling en samewerking beter te koördineer.

'n Besprekingslys van die geregistreerde NROO's betrokke by die Wes-Kaapse onderwys word in Addendum E verskaf.

4.4 SAMEVATTING

Die onvoldoende voorbereiding van leerders word onder andere toegeskryf aan 'n ontoereikende vakkurrikulum, onbekwame onderwysers en 'n gebrek aan fasiliteite. Indien hierdie onderwysbehoefte nie opgelos word nie, sal dit verreikende gevolge vir die industrie, tersiêre inrigtings en die leerders self hê. Die industrie en die tersiêre inrigtings sal groot finansiële kostes moet aangaan ten einde skoolverlaters tot die gewenste vlak op te lei en voor te berei. Die swak voorbereiding van skoolverlaters sal ook meebring dat hulle toenemend moeiliker toetred tot tersiêre inrigtings sal verkry. Tersiêre inrigtings sal verplig wees om maatreëls in plek stel om hulle toelatingsbasis te verbreed en verder sal hulle ook moontlik genoodsaak word om hul akademiese ondersteuningsprogramme te versterk om leerders, wat nie 'n aanvaarbare vlak van akademiese gereedheid besit nie, toenemend te akkommodeer.

Alhoewel die Nasionale Departement van Onderwys en so ook die ondergeskikte provinsiale onderwysdepartemente primêr verantwoordelik is vir onderwys, is die samewerking van die ander belanghebbendes by onderwys nodig om die leemtes in onderwys effektief te kan aanvul. Die bydrae wat die industrie, tersiêre inrigtings, onderwysdepartement, en NROO's kan speel om in die behoeftes te voldoen, word hieronder kortliks saamgevat.

Die grootste bydrae wat die industrie kan lewer is deur die befondsing van projekte vir onderwyseropleiding en ondersteuning van leerderopleiding. Deur die implementering van mentorskap- asook leerderinternskap-programme kan leerders praktiese ervaring kry oor wat beroepe behels. Die industrie kan ook 'n bydrae lewer deur wetenskapkompetisies tussen skole te borg en te reël.

Die tersiêre inrigtings kan deur die beskikbaarstelling van hul kundigheid en fasiliteite indien moontlik, 'n groot bydrae tot opleidingssessies vir leerders lewer. Voortgesette onderwys kan plaasvind in die vorm van kort opknappingskursusse, werkswinkels en opleidingssessies. Beide die industrie en tersiêre inrigtings sal slegs betrokke raak by skoolprojekte indien daar meetbare, praktiese uitkomstes aan die betrokkenheid gekoppel is.

Die tersiêre inrigtings kan ook 'n rol speel in die voorsiening en beskikbaarstelling van apparaat en infrastruktuur asook die ondersteuning en opleiding van onderwysers. Laasgenoemde kan geskied deur middel van kursusse en werkswinkels.

Die Nasionale Departement van Onderwys moet gerig wees op wyses waarop onderwyseropleiding en -ondersteuning deur middel van werkswinkels en opknappingskursusse bevorder kan word. Die volgende voorstelle oor hoe om ondersteuning aan onderwysers te bied, is al gedeeltelik geïmplementeer; onderwysbestuur- en ontwikkelingsentrums, skep van onderhoudende netwerke, vennootskappe met NROO's en die ontwikkeling van 'n wetenskap- en tegnologiesentrum in die Wes-Kaap. Die suksesvolle implementering van UGO kan 'n positiewe uitwerking op die beter voorbereiding van leerders hê.

Die onderwysbehoefte kan in 'n groot mate bevredig word deur die bydrae van NROO's omdat laasgenoemde fokus op 'n wye spektrum van aspekte, byvoorbeeld die ondersteuning en opleiding van onderwysers deur middel van opknappingskursusse en werkswinkels en die ondersteuning van leerders deur middel van ekstra klasse, programme, en somer- en winterskole.

Dit is opmerklik uit die studie dat slegs die gekombineerde pogings van die verskillende rolspelers die geïdentifiseerde behoeftes doeltreffend die hoof kan bied. Dit is dus van uiterste belang dat al die rolspelers die uitdagings aanvaar, asook die waarde daarvan vir hulleself besef. Wye ooreenstemming tussen die verskillende rolspelers toon dat die behoeftes slegs suksesvol bevredig kan word indien al die rolspelers saamwerk. Om die samewerking te koördineer is 'n ingewikkelde proses en dit moet gebaseer word op goeie en oop kommunikasie.

HOOFTUK 5

DIE ROL VAN TRAC SA OM AANDAG AAN ONDERWYSBEHOEFTE TE GEE

5.1 INLEIDING

Rekenaargesteunde onderwys het sedert die tagtigjare wêreldwye aandag geniet as gevolg van die potensiële voordele wat dit vir die onderwysstelsel inhou (Dobson & Turner, 1995; Cox, 1992; Ellis, 1990; Teh & Frasier, 1995; Torkazadeh, Pflughoeft & Hall, 1999). Die navorsingsresultate van Leonard (1992), Kulik en Kulik (1991), Molnar (1997) en Karasavvidis, Pieters en Plomp (2003) staaf die feit dat die gebruik van rekenaars in die onderrigproses tot verhoogde leerderprestasie kan lei.

Suid-Afrikaanse navorsing in dié verband sluit die studies in van Trollip en Alesi (1988), Ediger (1989), Benn (1989), Livni (1990), Livni en Laridon (1993), Lippert (1993), Mostert (1990), Mehl (1991), Potgieter en Cronjé (1998), Retief (1989), Sewell (1990), Sewell (1995), Van der Heever (1989) en Van Rooyen (1994). Sewell en Buirski-Burger (2002:2) wys daarop dat die rol van rekenaargesteunde onderrig in die huidige Suid-Afrikaanse skoolstelsel onderbeklemtoon word en beweer dat rekenaars onderwysers kan voorsien van 'n addisionele medium wat leerders kan stimuleer, uitdaag en monitor.

TRAC SA (Transportation and Civil Engineering South Africa) funksioneer as 'n wetenskap gefokusde nie-regeringsonderwysorganisasie wat van rekenaargesteunde tegnologie gebruik maak (TRAC SA Annual Report, 1998; sien verder §5.2).

Die TRAC-program bied grootliks al die voordele van algemene rekenaargesteunde onderwys, maar poog op 'n innoverende manier om meer veelsydig te wees as soortgelyke programme. Tans bied dit ondersteuning aan leerders ten opsigte van die beter verstaan van moeilike natuur- en skeikunde-konsepte en die opleiding van onderwysers met betrekking tot die onderrig van sulke konsepte. Die program, tesame met die eksperimente en werkkaarte wat ontwikkel word, kan in die klaskamer as hulpmiddel vir die onderwyser dien om veral abstrakte werk wat moeilik met die tradisionele metodes verduidelik kan word, aan te bied. Verder kan die program ook help met die kontekstualisering van die wetenskaplike teorie asook die ontwikkeling van spesifieke vaardighede by leerders.

5.2 'N OORSIG VAN DIE TRAC-PROGRAM

Die TRAC-program is aanvanklik as 'n Amerikaanse program (TRAC USA) deur 'n professor in die siviele ingenieurswese by die Departement Siviele Ingenieurswese, Universiteit van Stellenbosch, geïmplementeer. Daarvandaan het dit ontwikkel tot 'n program wat effektief in die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel geïmplementeer sou kon word (Ker-Fox *et al.*, 2001:2).

TRAC SA is gestig om hulp te verleen aan natuur- en skeikunde-onderwysers sowel as om leerders beter voor te berei vir die aanbied van natuur- en skeikunde op die hoër graad, en om hulle aan te moedig om loopbane in die wetenskap, tegnologie en ingenieurswese, meer spesifiek siviele ingenieurswese, te volg (TRAC SA Annual Report 1998). Hierdie doelwitte word bereik deur die voorsiening van spesiaal ontwikkelde leermateriaal wat direk by die Suid-Afrikaanse skoolvakkurrikulum vir natuur- en skeikunde aansluit. Verder bied TRAC SA vir beide leerders en onderwysers gespesialiseerde ondersteuning en dienste in skole en by sogenaamde TRAC-sentra aan.

Die potensiaal van dié program om hierdie doelwitte ten opsigte van leerders te bereik en aandag aan onderwysbehoeftes vir ondersteuning in natuur- en skeikunde te gee, is betekenisvol indien daar gekyk word na die ontwikkelingsgeskiedenis daarvan (kyk §5.3). Alhoewel die program nog ontwikkel word, het dit reeds baie bereik en die vordering van die program tot dusver toon duidelik dat die potensiaal daarvan baie hoog geskat kan word.

Die TRAC-program funksioneer in die skole met 'n TRAC PAC⁶, wat 'n rekenaargesteunde natuur- en skeikunde-pakket is (TRAC Annual Report 1999). Dit stel onderwysers in staat om standaard eksperimente in die skoolvakkurrikulum uit te voer, sowel as inligting te berg en resultate en intydse grafieke vir die leerder op die rekenaar te verskaf.

Tans fokus die gesamentlike navorsing tussen die Fakulteite van Opvoedkunde en Ingenieurswese van die Universiteit van Stellenbosch op die verbetering van die TRAC-program in 'n Suid-Afrikaanse konteks om die behoeftes van die primêre rolspelers in onderwys aan te spreek. Die ontwikkeling van die program, die probleme wat tot hede ondervind is en die maniere waarop aandag aan die probleme gegee is, word vervolgens bespreek.

⁶ Transport Research Activity Centre

5.3 ONTWIKKELINGSFASES

5.3.1 Fase Een

Die program is aanvanklik onveranderd in die Suid- Afrikaanse skole geïmplementeer. Projekskole in die Wes-Kaap, Gauteng, Kwazulu-Natal en Oos-Kaap is geïdentifiseer en met behulp van borgskappe uit die industrie is TRAC PAC's en gepaardgaande sagteware aan die skole beskikbaar gestel. Hierdie fase het nie na wense verloop nie, omdat die leermateriaal en die hele benadering daarvan, nie geskik vir die Suid-Afrikaanse skole-opset was nie.

Hierdie redes is nie uniek aan die TRAC-program nie. Sewell en Buirski-Burger (2002:3-4) toon sommige van die probleme wat met rekenaargesteunde programme ondervind word, aan. Hulle noem dat die kundigheid en tyd om rekenaarhardeware en sagteware te gebruik by onderwysers ontbreek. Aansluitend hierby is onvoldoende opleiding om die rekenaar in die klas te gebruik, ook 'n beperkende faktor. Rekenaartegnologie word nie as 'n integrale deel van die huidige kurrikulum beskou nie, gevolglik word daar baie min tyd in die skoolkurrikulum daaraan afgestaan. 'n Ander probleem is die beperkte toegang wat onderwysers en leerders tot rekenaars by 'n skool het. 'n Faktor wat ook 'n groot rol speel, is onderwysers se vrees, veral met betrekking tot die aanwending van tegnologie (sien Sewell en Buirski-Burger, 2000 in §2.5.3).

Eersgenoemde probleme sluit baie goed aan by die reeds geïdentifiseerde probleme wat die TRAC-program aanvanklik ondervind het (Duff-Riddell, 2002:4):

- Die vinnige tempo waarteen onderwysers van skole verwissel veroorsaak dat geen voortgesette ontwikkeling kon plaasvind nie.
- Die onderwysers was nie vertrouwd met die gebruik van rekenaars of TRAC-sagteware nie.
- Daar is 'n gebrek aan die nodige kennis en ondervinding om die program effektief te gebruik en in die leerprogram te integreer.
- Die onderwysers weet nie hoe om probleme wat met die TRAC sagteware sowel as met die sensors ondervind is, te hanteer nie. Daar was nie 'n stelsel beskikbaar om die herstel en oplos van probleme te hanteer nie.
- Respondente is van mening dat, alhoewel werkswinkels gehou is om die betrokke onderwysers op te lei, daar nie verdere ondersteuning op 'n gereelde basis was om die onderwysers te help om die program effektief in die klaskamer te integreer nie.
- Die program is in die skool geïmplementeer sonder om vas te stel wat die leerders en onderwysers se behoeftes is. Die onderwysers het geen insae in die samestelling van

die leermateriaal gehad nie, met die gevolg dat hulle nie positief ten opsigte van die gebruik van die program ingestel was nie.

- Respondente is van mening dat die veiligheidsrisiko by sommige van die skole, veral weens inbraak en vandalisme van rekenaars en TRAC sagteware, tot gevolg het dat dit in die skool se kluis geberg word en dat onderwysers dit glad nie gebruik nie.

5.3.2 Fase Twee

Hierdie fase word gekenmerk deur die aanstelling van sentrumbestuurders en navorsers wat ondersoek ingestel het na verskillende aspekte van die program. Een van die take van die bestuurders was om onderwysers te ondersteun met die gebruik van die program in die klaskamer. Met die aanstelling van sentrumbestuurders het kommunikasie tussen die onderwysers en die TRAC-bestuur dan ook baie verbeter. Baie beter kontrole word oor die apparatuur uitgeoefen en onderwysers se probleme kon baie gouer opgelos word. Verdere werkwinkels om onderwysers op te lei in die gebruik van die TRAC-program is gereël.

Werkkaarte wat aan vakkurrikulum-verwante aspekte aandag gee, is saam met 'n gepaardgaande gebruikershandleiding ontwikkel en geskryf. Die doel van laasgenoemde is om op 'n eenvoudige manier aan die onderwyser leiding te gee om die TRAC-program te gebruik. Daar word ook gefokus op basiese probleme wat met die rekenaarsagteware en die sensors ondervind kan word, asook hoe om die probleme te hanteer. Alhoewel baie van die probleme wat in die eerste fase geïdentifiseer is, in dié fase opgelos is, het sekere faktore nog steeds die ontwikkeling van die program gestrem.

Die volgende is van die faktore wat 'n striemende rol gespeel het:

- Nie alle onderwysers het die opleidingssessies bygewoon nie.
- Die onderwysers het probleme ondervind om tyd af te staan om die program in die normale klasonderrig te integreer.
- Van die onderwysers het nog steeds nie die nodige vertroue ontwikkel om die program onafhanklik van die hulp van die TRAC-sentrumbestuurder te gebruik nie.
- Die enkele rekenaar was moeilik om te gebruik veral vir groot klasse in skole sonder die nodige fasiliteite en tegnologie, soos 'n auditorium met 'n dataprojektor, om groot groepe te akkommodeer nie. Sommige van die skole het wel die fasiliteite gehad, maar die deursnee skool kan dit nie bekostig nie.

5.3.3 Fase Drie

Die huidige fase is ingelei met die ontwikkeling van TRAC-sentra, wat sentraal geleë is en dus maklik bereikbaar vir die verskillende belanghebbendes. Die eerste TRAC-laboratorium is by die Universiteit van Stellenbosch ingerig om skole wat nie deel van die TRAC-program is nie, toegang tot dié tegnologie te gee. Die laboratorium is verdeel in 'n elektroniese klaskamer met 25 netwerkgekooppelde rekenaars en multimedia toerusting, asook 'n rekenaargesteuende wetenskaplaboratorium met ses TRAC PAC's (Fig. 4.1).



Figuur 4.1 Die TRAC-laboratorium by die Universiteit van Stellenbosch.

Die lokaal kan groepe van tot 40 leerders huisves, maar die ideale getal is egter 24 leerders. Klasse in die laboratorium word in beide Afrikaans en Engels aangebied. 'n Kort lesing lig leerders in aangaande die teorie van die werk wat hulle gaan behandel. Hulle word dan in groepe verdeel vir die praktika. Elke leerder voltooi 'n werkkaart wat volledige instruksies bevat sodat die eksperiment individueel, maar ook as deel van 'n groep voltooi kan word. Een aktiwiteit duur ongeveer 'n uur- en 'n half. Twee aktiwiteite kan dus vir 'n drie uur sessie bespreek word.

Die laboratoria dien as opvoedkundige fasiliteite vir die TRAC-vennote terwyl dit ook as sentrums vir navorsing en verdere ontwikkeling gebruik kan word. Tans is daar reeds drie sulke laboratoria of sentra gevestig, naamlik een elk in die Wes-Kaap, Gauteng en Oos-Kaap. Die klasse in die laboratorium word deur 'n sentrumbestuurder wat ook 'n ervare

natuur- en skeikunde-onderwyser is, aangebied. Die fasiliteit is nie net beskikbaar vir die TRAC-skole nie, maar vir alle skole wat van die fasiliteite gebruik wil maak. Dit is 'n uitstekende manier om meer skole te bereik. Die huidige tendens is om nie meer TRAC PAC's in skole te plaas nie, maar om meer borge uit die industrie te kry vir die vestiging van TRAC-laboratoriums dwarsdeur die land. Aangesien die laboratoriums meestal gevestig word in stadsgemeenskappe waar daar goeie infrastrukture bestaan, sal die behoeftes wat in landelike gemeenskappe bestaan, nie na wense aandag kry nie.

5.4 KOMPONENTE VAN DIE PROGRAM

Die aankoop van TRAC PAC's en die relevante sagteware het onbekostigbaar geword en gevolglik moet na moontlikhede gekyk word om die produk plaaslik te ontwikkel. Befondsing van borge het dit moontlik gemaak dat TRAC SA sekere sagteware self kon ontwikkel. Die nodige infrastruktuur is ook geskep om te sorg dat volhoubare ontwikkeling kan plaasvind.

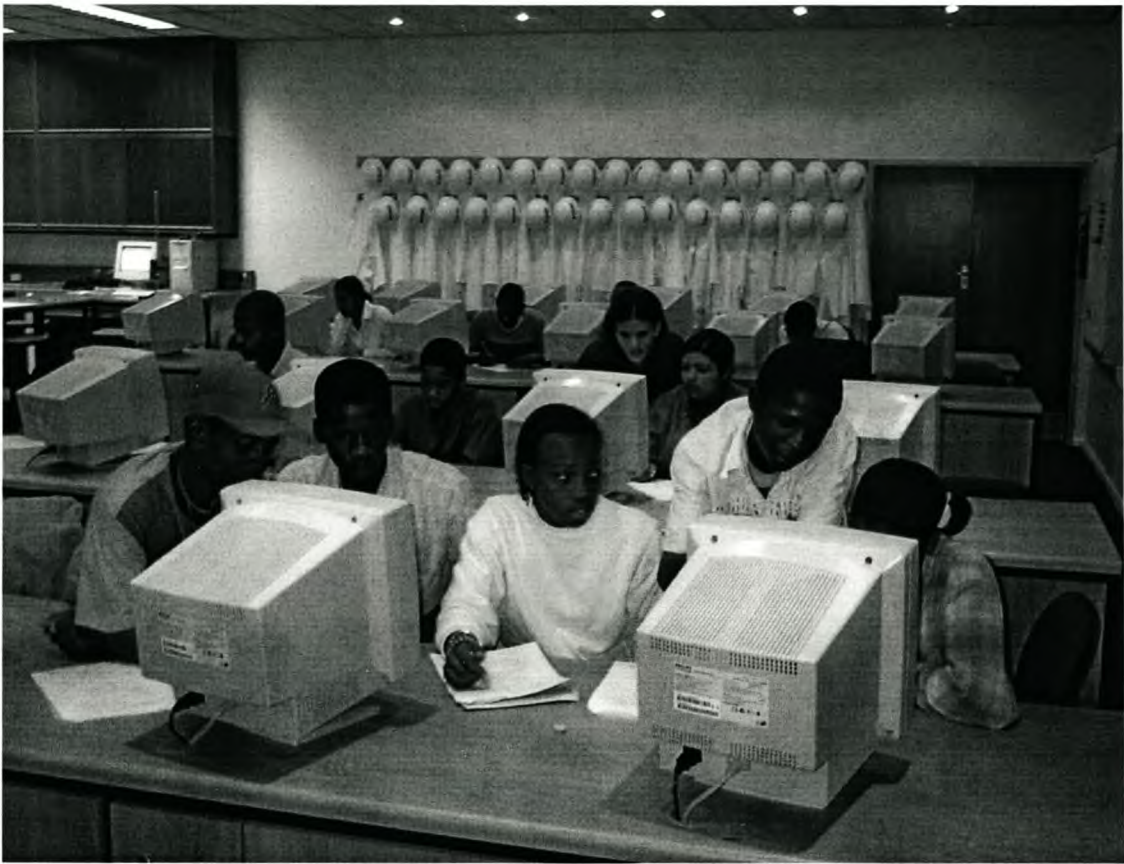
Inligting verkry vanaf die TRAC SA webtuiste (www.trac.sun.ac.za) toon aan dat die TRAC-program as 'n geheel tans die volgende insluit:

- Die TRAC PAC met die gepaardgaande sagteware: Die TRAC PAC is saamgestel uit die verskillende sensors, onder andere 'n bewegingsensor, kragsensor, mikrofoon, 'n veelvuldige tussenvlak (MPLI) en die gepaardgaande sagteware. Daar is nog ander sensors wat deel vorm van die pakket, byvoorbeeld 'n voltmeter, pH-meter en 'n kalorimeter. Hierdie addisionele sensors kan deur skole geleen of aangekoop word.
- Werkkaarte vir standaard eksperimente in die skoolvakkurrikulum: Die ontwikkeling van eksperimente en werkkaarte vorm deel van die kern van die TRAC-program. Dit is 'n voortgaande proses om sodoende die bestaande werkkaarte op te gradeer en nuwes te ontwikkel. Tot op hede is 50 werkkaarte, een stel vir die opvoeders en 'n tweede vir die leerders, reeds ontwikkel. Daar is dus 'n keuse van 50 verskillende eksperimente wat uitgevoer kan word. Sommige werkkaarte is al redelik lank in gebruik terwyl ander nog geïmplementeer moet word. 'n Voorbeeld van 'n werkkaart word as Addendum C ingesluit.
- Die beroepsvoorligtinggidse: Hierdie aspek van die program is al vier jaar suksesvol aan die gang. Beroepsvoorligting vir vyf van die ingenieursdissiplines (siviele-, chemiese-, elektriese-, elektroniese-, bedryfs- en meganiese ingenieurswese) word in boekformaat beskikbaar gestel. Die leerders kan hierdie boekies aankoop teen baie lae pryse. Die verskillende tersiêre inrigtings landswyd koop die boekies aan en versprei dit dan gratis aan die potensiële kandidate. Volgens die TRAC SA jaarverslag 2001 is 9 570 boekies in 2000 en 10 007 in 2001 versprei.

- "Mobility": Hierdie "freeware" program vanaf Daimler-Chrysler is 'n simulatie sagteware pakket wat die leerders in staat stel om hulle eie stad te beplan, te bou en te bestuur. Met behulp van die program kry die gebruiker die geleentheid om 'n aantreklike, ekonomiese en suksesvolle ekologiese omgewing vir sy inwoners te ontwerp. Faktore wat bepaal of die stad gaan groei, is die verkeer, stadsbeplanning en die invloede van laasgenoemde twee op die omgewing. Prosesvaardighede soos beplanning, analisering, besluitneming en ontwerp, asook rekenaarhanteringsvaardighede kan met blootstelling aan die program ontwikkel word.
- "AllyCAD": Hierdie "freeware" leerderweergawe vanaf "Knowledge Base" is 'n vinnige, kragtige en gebruikersvriendelike twee- dimensionele rekenaargesteuende ontwerpsprogram, wat die gebruiker in staat stel om bouplanne te teken op Windows 95/98 en NT/2000. Die program is ontwerp vir die gebruik deur professionele ingenieurs, landmeters, argitekte en almal wat 'n program benodig wat gelyktydig aan verskeie aspekte aandag kan gee. Prosesvaardighede soos beplanning, analisering, ontwerp en besluitnemings- sowel as rekenaarhanteringsvaardighede kan deur blootstelling aan die program ontwikkel word.
- "SimCity 2000": Hierdie rekenaarprogram is deel van die oorspronklike TRAC PAC, maar is intussen deur "Mobility" vervang. 'n Persoon kry die geleentheid om die rol van 'n beplanner, burgemeester en ontwerper van 'n stad te vertolk. Die gebruiker kan gebruik maak van die beskikbare scenarios of sy/haar eie stad van meet af opbou. Soos die stad ontwikkel, trek persone na die stad en bou hulle eie huise en vestig hulle eie besighede. Dit is dus 'n goeie speletjie waarin leerders gekonfronteer word met werklike en alledaagse probleme wat hul moet kan oplos. Vaardighede soos besluitneming, kommunikasie, analisering, ensovoorts word dus ontwikkel terwyl die leerders aan die program blootgestel word.
- "West Point Brugontwerp 2002": Hierdie program is "freeware" vanaf "West Point Military Academy" uit die VSA. Die doelstellings van die program is om:
 - * vir 'n persoon 'n geleentheid te gee om iets te leer omtrent die ingenieursontwerpproses
 - * 'n realistiese ondervinding te gee wat kan lei tot 'n beter begrip van hoe siviele ingenieurs strukture ontwerp
 - * te demonstreer hoe ingenieurs die rekenaar gebruik om die doeltreffendheid van die ontwerpproses te verhoog
 - * 'n hulpmiddel te voorsien wat kan help om struktuurgedrag te visualiseer en sodoende by te dra tot die verstaan van hoe strukture werk.

Prosesvaardighede soos beplanning, analisering, besluitneming en ontwerp asook rekenaarhanteringsvaardighede kan deur blootstelling aan die program ontwikkel word.

- "Virtuele Laboratorium/Virtual Lab²": Die samestelling van die pakket bevat die bestaande werkkaarte, tutoriaalmateriaal, video- en dataleërs van die TRAC-laboratorium, assesseringsinstrumente en nog meer. Dit is ontwerp om 'n simuleringsfasiliteit in te sluit wat leerders kan gebruik om hul eie eksperimente op te stel en uit te voer. Leerders kan voorafopgeneemde eksperimente waarneem en die resultate daarvan analiseer. Die motivering hiervoor is dat die TRAC-program met behulp van die Virtuele Laboratorium vir groot groepe teen 'n laer koste as wat tans die geval is, gebruik sal kan word.
- "Constructor²": Dit is 'n brug-ontwerpprogram wat toegepas kan word op werklike voorbeelde terwyl die leerder gekonfronteer word met fasette soos die koste om die brug te bou, die potensiële gebruik van die brug en hoe om op die program te werk. Met hierdie program kan leerders ervaring kry van die beplanningsproses voordat die brug fisies gebou word. Prosesvaardighede soos beplanning, analisering, besluitneming en ontwerp asook rekenaarhanteringsvaardighede kan deur blootstelling aan die program ontwikkel word.
- "Shareware²": Die identifisering van aspekte van "shareware" en "freeware" wat vir die doelstellings van die program relevant is. Die "freeware" word verniet aan die verskillende skole verskaf en opleiding word gegee waar nodig. Voorbeelde hiervan is die Mobility rekenaarspeletjie deur Daimler-Chrysler en die LoggerPro Demo sagteware verskaf deur Vernier.
- TRAC-klub: Die TRAC-klub bied aan alle belangstellende leerders die geleentheid om deel te neem aan 'n hele verskeidenheid interessante aktiwiteite, wat verwant is aan wetenskap, ingenieurswese en tegnologie. Hierdie aktiwiteite vind plaas in die TRAC-laboratorium. Die leerders kom na skool bymekaar, sodat hulle hierdie hoogs tegnologiese laboratorium kan benut. Daar is 24 rekenaarwerkstasies (Fig. 4.2) beskikbaar waarop hulle opvoedkundige speletjies speel en ander ingenieursagteware wat op skoolverwante onderwerpe gemik is, kan beproef. Die hoogs bekwame en gespesialiseerde personeel van die TRAC-laboratorium staan leerders in hul ontdekkingstog by. Daar word 'n minimale fooi vir lidmaatskap kwartaalliks vir die gebruik van die fasiliteite gehef.



Figuur 4.2 TRAC SA se elektroniese klaskamer by die Universiteit van Stellenbosch.

5.5 WERKSWYSES WAT DEUR TRAC SA GEVOLG WORD

Soos reeds genoem, bestaan die TRAC PAC uit verskillende sensors wat, tesame met die nodige laboratoriumapparaat, persone in staat stel om verskillende fisika- en chemie-eksperimente uit te voer. Daar word gereeld werksinkels vir onderwysers aangebied sodat hulle opgelei kan word om die program effektief te benut. Die onderwysers moet dan hierdie bekwaamhede gebruik om op hul eie leerders by te staan om die TRAC-eksperimente in die klas uit te voer. Werkkaarte wat die ontwikkeling van verskillende vaardighede omvat, ondersteun die eksperimente. Vervolgens word 'n voorbeeld van 'n TRAC-eksperiment met die gepaardgaande aktiwiteit bespreek.

Die aktiwiteit wat deel vorm van dié bespreking is Aktiwiteit 1 (Addendum C) en dit fokus op verwysingsrigtings. Die aktiwiteit word gebruik om leerders bekend te stel aan die TRAC-aktiwiteite en behandel konsepte van verplasing, verwysingsrigtings, verwysingspunte en die verkryging van verplasing-tyd grafieke. Wat in gedagte gehou moet word, is dat al die TRAC-aktiwiteite dikwels van die veronderstelling uitgaan dat die leerders reeds 'n eerste kennismaking met die inhoud gehad het. Die aktiwiteite word dus gebruik vir die vaslegging en remediëring van reeds bestaande konsepte en nie soseer vir die bekendstelling van nuwe

konsepte nie. Laasgenoemde benadering het 'n groot invloed op die bereiking van die uitkomst wat vir die eksperiment gestel word, aangesien leerders in sekere gevalle nog nie blootstelling aan die inhoud gehad het nie en in dié gevalle neem dit baie langer om die uitkomst te bereik of dit word glad nie bereik nie. Onderstaande is kortliks 'n uiteensetting van die struktuur van die Aktiwiteit 1. Hierdie struktuur, wat soortgelyk is aan die POE- (Predict, Observe en Explain) benadering van Liew en Treagust (1995:69-70), word soms in die TRAC-aktiwiteite gebruik.

Die volgende aspekte/komponente kan onderskei word:

- die onderwerp van die aktiwiteit word voorsien
- ruimte word voorsien vir die graad en naam van die leerder
- inligting word verskaf oor die rekenaarleër wat op die TRAC-program vir die eksperiment gebruik word
- die doelwitte van die aktiwiteit word voorsien
- 'n beknopte opsomming van belangrike konsepte
- uitdaging om te voorspel wat gaan gebeur } ("Predict")
- opstelling van die eksperimentele apparaat } ("Observe")
- instruksies hoe om die eksperiment uit te voer }
- die resultate van die eksperiment. }
- interpretasie van die resultate. } ("Explain")

Deur die voltooiing van bogenoemde aktiwiteit word leerders gekonfronteer met die genoemde konsepte. Die doelstelling met die uitvoering van eksperimente is om leerders aan te spoor om hul menings te gee en sodoende 'n beter begrip van die konsepte te vorm. Svec (2002:12-13) het bevind dat intydse rekenargegenereerde grafieke leerders toelaat om vinnig hulle eie wankonsepte te toets en reg te stel. Aangesien leerders fisies self die beweging uitvoer en die beweging op die rekenaar kan volg, kry hulle 'n idee hoe die bewegingsrigting en verwysingspunt die verplasing wat afgelê word, beïnvloed. Terwyl die leerders die aktiwiteit uitvoer, word verskillende vaardighede aangespreek. Leerders kry onder andere die geleentheid:

- om rekenaarhanteringsvaardighede aan te leer, byvoorbeeld hoe om met die muis te werk; hoe om op die TRAC-program te werk; hoe om eksperimentleërs oop te maak; hoe om hul data te berg sodat hulle op die netwerk daarmee kan werk
- om te voorspel watter beweging hulle moet uitvoer om die grafiek na te boots en dan met behulp van die TRAC-program te gaan toets of hul voorspelling korrek is

- vir mondelingse- en skriftelik kommunikasie in groepe
- om hul mening in die groep te kan stel
- om die grafieke te kan interpreteer
- om hulle kennis te kan toepas
- om verwantskappe te kan raaksien en die resultate wat op die rekenaarskerm en die grafieke aan hulle gegee is, te vertolk
- om hulle probleemoplossingsvaardighede te bevorder
- om wetenskaplike verduidelikings te kan gee.

In die lig van voorafgaande behoort dit duidelik te wees dat hierdie aktiwiteit aan leerders ruim geleentheid bied om van die verlangde vaardighede te ontwikkel. Ondersoeke deur Russel, Lucas en McRobbie (2002) en Murphy (2002) het getoon dat die verwerwing van vaardighede in 'n groot mate ooreenstem met die bevindinge van studies wat die rol van rekenaargesteuende laboratoriums in wetenskaponderrig ondersoek het. TRAC SA bied dus net soos die ander NROO's 'n werkwyse van hoe ondersteuning aan die onderwysers en leerders op skoolvlak kan plaasvind.

'n Groot voordeel van die program is dat dit rekenaargestuend is en gevolglik word daar, in vergelyking met die tradisionele manier van eksperimente doen, baie tyd bespaar tydens die fisiese uitvoer van die eksperimente. Meer tyd kan dus spandeer word aan die ontwikkeling van vaardighede soos data-analise, data-voorstelling, data-interpretasie en die kommunikasie van die data. Laasgenoemde vaardighede is van kardinale belang vir enige wetenskaplike ondersoek (Chinien, Oaks en Boutin, 2002). Deurdat die eksperimente intyds is, kan leerders dit herhaal totdat hulle tevrede met die resultate is. Met die uitvoering van dieselfde eksperimente op die tradisionele manier is die herhaling nie altyd prakties moontlik nie, aangesien die verwerking van die resultate 'n tydrowende proses is.

5.6 DIE SUKSESSE BEREIK MET DIE TRAC-PROGRAM

Die sukses van enige NROO-program moet met 'n geskikte meetinstrument bepaal word (Miller-Grandvaux *et al.*, 2002:41). Die probleem met die meetinstrument is dat die industrie dikwels konkrete bewyse verlang van TRAC SA se sukses. Die bewyse word in die vorm van harde data, soos die getal leerders wat as gevolg van TRAC SA by tersiêre instellings ingeneem word, verlang. Daar is egter te veel veranderlikes om hierdie soort gevolgtrekking met enige mate van sekerheid te maak, gevolglik word die volgende aanduiders gebruik om te bepaal in hoe 'n mate die TRAC-program suksesvol is:

- 'n vermeerdering in die getal skole wat die TRAC-laboratorium besoek

- die mate waartoe ander organisasies soos NROO's gebruik maak van die TRAC-program en TRAC-laboratorium
- in hoe 'n mate TRAC SA tot die verbetering van leerders se begrip van die natuur- en skeikunde, bydra.

Volgens die TRAC SA jaarverslag 2001, is 87 TRAC PAC's in ses verskillende provinsies geplaas, onderskeidelik die Oos-Kaap, Gauteng, Kwazulu-Natal, Noord-Kaap, Vrystaat en die Wes-Kaap. Verslae ontvang van die betrokke skole toon aan dat 6 350 leerders deelgeneem het aan die program in 2000, 5 700 leerders in 2001 en meer as 10 000 leerders in 2002. Die deelname sluit in blootstelling aan die TRAC-program by die skool, asook besoeke gebring aan die TRAC-sentra.

Die afname in leerderblootstelling in 2001 kan toegeskryf word aan 'n paar faktore:

- daar was geen verteenwoordigers in Kwazulu-Natal en die Noord-Kaap nie
- onderwysers wat nie statistieke wat deur TRAC SA verlang word, voltooi het nie (TRAC SA 2002 Annual Report).

Die mannekragtekort het ontstaan as gevolg wat die rasionaliseringsproses wat tot gevolg gehad het dat onderwysers na ander skole verplaas is en die program by die betrokke skool dus nie verder geïmplementeer is nie. 'n Tekort aan befondsing kan ook 'n rol speel aangesien TRAC SA in sommige gevalle leerders van skole na die TRAC-laboratorium vervoer het. Soos die program verder ontwikkel het, is fondse op ander fasette van die ontwikkeling gebruik en moes hierdie skole hul eie vervoerontkoste betaal. In gevalle waar hulle dit nie kon bekostig nie, het die skole dus nie meer die TRAC-laboratorium besoek nie.

5.7 VERDERE ONTWIKKELINGSAREAS

Die ontwikkeling en uitbreiding van die TRAC-program na die plattelandse gemeenskappe is 'n gulde geleentheid om die invloedseer van die program verder uit te brei. Die meeste van die TRAC-skole is geleë in gemeenskappe naby tersiêre inrigtings (TRAC-sentrums) wat hulle kan ondersteun. Daar is egter enkele plattelandse skole wat die laboratorium sporadies benut, maar hierdie skole toon nie veel groei wat die effektiewe gebruik van die program betref nie.

Die uitdaging van die program is om ondersteuning te gee in gemeenskappe waar daar nog nie 'n goeie infrastruktuur is nie en waar die behoefte aan betrokkenheid soveel groter is. Dit impliseer nie noodwendig dat die program in hierdie gemeenskappe beter sal funksioneer nie, maar dat dit die nood aan verdere ondersteuning in hierdie gemeenskappe sal verlig. Die

probleme wat met hierdie tipe benadering verband hou, sal egter eers oorkom moet word en daar sal ook vir die volgende kostes begroot moet word:

- Die daarstelling van 'n goeie infrastruktuur wat volhoubaar is. Die infrastruktuur behoort te bestaan uit 'n TRAC-fasiliteerder wat die skole op 'n gereelde basis besoek en 'n groep entoesiastiese onderwysers wat heeltemal aan die program toegewyd is. Die fasiliteerder moet die onderwyser kan oortuig van die nut om die program te gebruik asook in hoe 'n mate so 'n program die werkswinkel van die onderwyser kan verlig. Laasgenoemde is belangrik aangesien die onderwysers se moreel baie laag is en hulle alreeds 'n druk program het. Die uitdaging is dus om 'n goeie infrastruktuur te skep. Dit kan aanvanklik harde werk wees, maar die eindresultate behoort lonend te wees. So 'n infrastruktuur is reeds in die Noord-Kaap gevestig.
- Ekstra TRAC PAC's wat met behulp van 'n uitleenstelsel aan die skole beskikbaar gestel word.
- Gereelde opleidingssessies in die vorm van drie tot vier dae werkswinkels en korter een dag opleidingssessies.
- Reiskostes vir die fasiliteerders, aangesien skole redelike groot afstande van mekaar geleë is. Ook dit is reeds in die Noord-Kaap geïmplementeer.

Alhoewel die bestaande ontwikkelde leermateriaal wel die uitkomst aantoon wat deur die TRAC-aktiwiteite bevorder behoort te word, is daar nog ruimte vir verbetering ten opsigte van die UGO-formaat; dit wil sê aspekte soos watter leeruitkoms (een/twee/drie), die assesseringstandaarde asook die assesseringsmatrikse moet nog by die werkkaarte ingesluit word. TRAC-onderwysers wil graag die leermateriaal heeltemal UGO-gebaseerd hê en dit het aanleiding daartoe gegee dat TRAC-onderwysers self rubrieke vir van die werkkaarte ontwerp het. Hierdie rubrieke is voorgelê aan TRAC-fasiliteerders vir verdere bespreking en ontwikkeling. Aangesien daar van die onderwysers verwag word om uitkomsgebaseerd klas te gee, sal TRAC-leermateriaal moet aansluit by die UGO-benadering om dit vir die onderwyser makliker te maak om dié leermateriaal te gebruik. Sommige van die werkkaarte is reeds in UGO-formaat en TRAC SA poog ook om kruisvak-integrasie te bewerkstellig deur 'n UGO-benadering.

'n Verdere aspek wat aandag behoort te geniet, is die ontwikkeling van 'n kwantitatiewe toetsstelsel wat gebruik kan word om die invloed van die insette van die program by die leerders te meet. Die skryfster stel voor dat hierdie toetse deur die leerders vóór sowel as ná blootstelling aan die program oor 'n tydperk van 'n minimum van vier maande, uitgevoer moet word. Op hierdie manier kan bepaal word in hoe 'n mate die program bygedra het tot die verbetering van leerders se begrip. Die TRAC-laboratorium by die Universiteit van Stellenbosch het reeds sagteware om voorgenoemde te vermag. Die "Virtual Lab" sal die

TRAC-program in staat stel om hierdie evaluering landswyd uit te voer, aangesien dit 'n toets- en eksamenkomponent op individuele- en klasvlak bevat.

5.8 TRAC SA SE BYDRAE TOT DIE AANSPREEK VAN ROLSPELERBEHOEFTE

Omdat TRAC SA met al vyf verskillende rolspelers in noue kontak is, is hy in 'n baie gunstige posisie om tot die behoeftes van al hierdie rolspelers 'n bydrae te maak. Dit bring mee dat TRAC SA ook as kommunikasiekanaal belangrik is om die behoeftes wat die onderskeie rolspelers oor die bestaande onderwysstelsel het, eerstens oor te dra en tweedens te help oplos. Die bespreking wat volg, fokus op die bydrae wat TRAC, volgens die skryfster, tot elk van die rolspelerbehoefte kan lewer.

5.8.1 Industrie

Aangesien die voortbestaan van TRAC SA, net soos die meeste van die NROO's, afhanklik is van befondsing van donateurs, is dit noodsaaklik dat TRAC SA aan die behoeftes van industriële donateurs (vennote) voldoen. Tans sluit die donateurs van die TRAC-program die Suid-Afrikaanse Padagentskap (SANRAL), Suid-Afrikaanse Nasionale Departement van Vervoerwese (SANDV), Nasionale Navorsingstigting (NNS), Universiteit van Stellenbosch, Universiteit van Pretoria, Universiteit van Durban-Westville, Universiteit van Transkei en Port-Elizabeth Technikon in.

Die oorwegende behoefte van die industrie is dat leerders op skoolvlak voldoende toegerus moet word met sekere vaardighede, kennis en begrip. Die TRAC-program bevorder juis die ontwikkeling van die denk-, rekenaar- en sosiale-interaksievaardighede wat hoog aangeskryf word deur die industrie.

Die doelstellings van die program is in pas met die industrie se behoefte om bewusmaking van loopbaangeleenthede in die vervoerwese asook tegnologiese rigtings te verhoog (Ker-Fox *et al.*, 2001:4). Dit word verseker deur beroepsvoorligtingboekies tussen skole te versprei asook deur praatjies van kundiges uit die industrie. Die skryfster het tydens informele gesprekke met leerders bevind dat die toegang wat hulle deur TRAC SA tot rekenaartegnologie het, sowel as die praktiese aard van TRAC-aktiwiteite, baie help om hulle belangstelling in die wetenskap- en tegnologievelde aan te wakker.

Die industrie verwag dat 'n projek waarin hulle geld belê resultaatgeoriënteerd moet wees (verwys na §3.4.7), en dat dit 'n wesentlike bydrae tot die voorbereidingsproses van toekomstige werkers sal maak (Ker-Fox *et al.*, 2001:8). In laasgenoemde verband word die TRAC-sentra as tegnologie gevorderd voorgehou en word veral die potensiële voordele

daarvan aan voornemende donateurs gedemonstreer. TRAC SA bied 'n geleentheid vir die donateurs van die program om direkte deelname aan die program te hê. Dit bring mee dat hulle insae in die voorbereiding van leerders het. Hierdie deursigtige verhouding wat TRAC SA met hul donateurs (industrie) handhaaf, bring mee dat dié rolspeler ingelig is oor die werkswyse van die program en toegang het tot belangrike inligting in die vorm van jaarverslae, jaarvergaderings en besoeke aan die verskillende TRAC-sentra. Daar is egter ruimte vir verbetering in terme van die kwantitatiewe meting en voorstelling van die TRAC-program se sukses.

In hierdie mutualistiese vertrouensverhouding tussen TRAC SA en die industrie is eersgenoemde ontvanklik vir voorstelle en bied dit 'n geleentheid vir waardevolle terugvoering aan en vanaf die industrie. Op hierdie manier bly die industrie op hoogte van die ontwikkeling van die program en is daar ook geleentheid om insette te lewer. TRAC SA is dus ontvanklik vir sowel kritiek as kommentaar van die donateurs in belang van die verdere ontwikkeling van die program.

5.8.2 Tersiêre inrigtings

Die ontwikkeling van die kritieke vaardighede, soos intellektuele-, proses-, wetenskaplike- en kommunikasievaardighede, wat deur die tertiêre inrigtings vereis word, is een van die hoofdoelwitte van die TRAC-program. Die werkswyse van TRAC SA is spesifiek daarop gemik om die ontwikkeling van hierdie vaardighede te ondersteun en te bevorder. Die skryfster het tydens TRAC-werksessies met leerders ondervind dat TRAC-aktiwiteite voorgenoemde bewerkstellig en terselfdertyd leerders se vermoë om wetenskaplike teorie prakties te kan toepas, bevorder. Leerders wat die TRAC-laboratoriums besoek, word direk blootgestel aan universiteite en teknikons en word sodoende bewus gemaak dat hierdie instellings nie ontoeganklik is nie.

TRAC SA speel ook hier 'n belangrike rol as kommunikasiekanaal tussen die verwagtings van die tertiêre inrigtings en die vermoë van die skoolstelsel om aan daardie verwagtings te kan voldoen. Daarbenewens is die meeste van die TRAC-sentra by tertiêre inrigtings gevestig. Dit bied verdere geleentheid om goeie verhoudings te bou en op hoogte te bly met die verwagtinge van tertiêre inrigtings. Die program is ook ontvanklik vir tertiêre inrigtings se insette wat 'n belangrike rol speel in die voortdurende verbetering en aanpassing van die TRAC-program. Tertiêre inrigtings word dus ook uitgenooi na bekendstellingsessies van nuwe produkte/komponente van die program.

Die TRAC-program dra tot navorsing by, aangesien die TRAC-laboratorium aan die Universiteit van Stellenbosch spesifiek gevestig is as 'n navorsings- en ontwikkelingsfasiliteit wat die toepassing van rekenaargesteunde onderwystegnologie en verwante leermateriaal

ondersoek (TRAC SA Annual Report 2000-2001:19-23). Tans is daar vyf studente waarvan drie hul meesters- en twee hul doktorsale navorsing in opvoedkunde op verskeie aspekte van die TRAC-program uitvoer (TRAC SA 2002 Annual Report: 17-19). Die navorsingsvrae van elk van die onderskeie studies word vlugtig in Hoofstuk 1 van die tesis genoem.

Die TRAC-program is die enigste Suid-Afrikaanse program in besit van 'n laboratorium waar navorsing gedoen word oor die gebruik van veelvuldige tussenvlakke (MPLI) in natuur- en skeikunde-onderrig. Navorsing konsentreer onder andere daarop om eksperimente en werkkaarte te ontwikkel en dan in die skoolstelsel te implementeer. Die terugvoering van die onderwysers en leerders help voorts om die eksperimente en werkkaarte te verbeter.

Hiërdie navorsing kan as bron van inligting rakende onderwysbehoefte vir die tersiële inrigtings, industrie, sowel as die onderwysdepartement dien. Die resultate van die navorsing wat bekendgestel gaan word in die vorm van artikels in akademiese tydskrifte en tesisse kan 'n bydrae lewer tot die bestaande navorsing in die opvoedkunde. Dit kan persone wat soortgelyke studies uitvoer of wat belang het by sulke tipe studies bewus maak van waar daar nog tekorte is en motiveer tot verdere navorsing. Dit kan byvoorbeeld ook die Nasionale Departement van Onderwys en die WKOD bewus maak van die ander rolspelers se behoeftes ten opsigte van natuur- en skeikunde-, wetenskap-, sowel as wiskunde-onderwys, en sodoende 'n waardevolle bydrae lewer tot die beleidsmakingsproses in nasionale onderwys.

5.8.3 Onderwysdepartement

TRAC SA beywer hom ook vir 'n goeie verhouding met hierdie rolspeler deur die handhawing van deursigtige programdoelstellings en die gepaardgaande werkswyse om dit te bereik. Hierdie rolspeler word ook uitgenooi na alle TRAC-aktiwiteite om hulle sodoende bewus te maak van wat die program behels, asook om insette te lewer oor die vordering van die program tot die aanspreek van behoeftes in die onderwys. Verder verwelkom die Nasionale Departement van Onderwys die deelname van NROO's, gerig deur die spesifieke doelstellings, om ondersteuning te bied aan onderwysers en leerders by skole. TRAC SA voldoen aan dié vereistes aangesien dit op hoogte is met die doelstellings van nasionale onderwys en dit ook die vermoë het om die skoolstelsel te help om aan daardie doelstellings te voldoen.

Die TRAC-program omvat baie meer as 'n standaard verrykingsprogram omdat dit aansluit by die huidige vakkurrikulum om kernkwessies in natuur- en skeikunde-onderwys aan te spreek. Die TRAC-program onderskryf die algemene beginsels van uitkomsgebaseerde onderwys, wat sterk deur die Nasionale Departement van Onderwys voorgestaan word. So byvoorbeeld is daar vir alle eksperimente 'n generiese UGO-assesseringsrubriek beskikbaar. Daar word egter voorgestel dat addisionele maatreëls in plek gestel moet word om die TRAC-program

volledig UGO gerig te maak, deur onder andere, die stel van leeruitkomst en die gebruik van spesifieke rubrieke by elk van die werkkaarte.

Die Nasionale Departement van Onderwys sal ook graag wil sien dat die industrie die leerders moet inlig oor die verskillende beroepe en wat dit behels. Op hierdie gebied voorsien TRAC SA beroepsvoorligting oor die verskillende ingenieursdisiplines aan leerders. Hierdie beroepsvoorligtingboekies lig die leerders in oor die vakvereistes, toelatingsvereistes van tersiêre inrigtings, moontlike beurse asook plekke waar die waar die beroepe van toepassing is. Op versoek van skole word gereël dat ingenieurs uit die industrie leerders by skole toespreek oor die beroepsgeleenthede van die professie. In gevalle waar dit moontlik is, word leerders vir besoeke na die industrie geneem om hulle sodoende in te lig oor wat die bedryf behels. Hierdie praktyk van TRAC SA om 'n skakel tussen die skool en die industrie te vorm, is intussen afgeskaal, maar TRAC SA is nog steeds bereid om dié geleenthede te reël.

5.8.4 Onderwysers

Hierdie studie het bevind dat onderwysers addisionele opleiding benodig in die oordra van moeilike natuur- en skeikunde-konsepte. TRAC SA bied opleidingssessies vir onderwysers aan wat fokus op die oordra van moeilike wetenskaplike konsepte op 'n verstaanbare manier, deur van die TRAC-program gebruik te maak. Die doel van die opleidingssessies is om onderwysers te bemagtig met kennis en begrip wat hul in staat kan stel om wankonsepte rakende natuur- en skeikunde by leerders te identifiseer en reg te stel.

Die volgende aanhaling uit 'n jaarverslag (TRAC SA 1999 Annual Report: 8) toon die mening van 'n onderwyser oor die gebruik van die TRAC-program.

I must thank TRAC SA for introducing me to the benefits of the TRAC PAC in the classroom. Not only has this been a saving device, but it has help the learners to visualise and understand physical science concepts and relationships.

Hierdie opleidingssessies is baie belangrik en in 2002 is in totaal 91 opleidingssessies by die verskillende TRAC-sentra in die land aangebied (TRAC SA 2002 Annual Report:14). Tydens die kontakssessies word gepoog om die waardevolle bydrae wat TRAC tot die onderrigproses kan lewer, te demonstreer. Gereelde opleidingssessies help ook om onderwysers vertrouwd te maak met die gebruik van die TRAC-program in die klaskamer.

Baie onderwysers toon self wankonsepte rakende die teorie wat hulle aanbied, maar erken dit selde. Onderwysers het dus die behoefte om hulle eie teoretiese bekwaamheid te verbeter en die TRAC-program bied onderwysers die geleentheid om hulle teoretiese kennis te versterk. Verder poog die opleidingssessies ook om onderwysers op hoogte te hou met die nuutste ontwikkeling van die TRAC-program. Onderwysers kry ook tydens spesiale kontakssessies die

kans om hul ondervinding met die gebruik van die TRAC-program in die klaskamer met kollegas van ander skole asook die TRAC-personeel te deel. Op hierdie manier word daar 'n ondersteuningsnetwerk tussen onderwysers geskep waar relevante probleme rakende die TRAC-program geïdentifiseer en bespreek word. Baie onderwysers wat deelneem aan die TRAC-program vind baat by hierdie tipe van interaksie.

Die huidige studie toon dat onderwysers goed toegeruste laboratoriums benodig om die praktiese ervaring van leerders te bevorder. TRAC-sentra is toeganklik vir gebruik deur alle onderwysers en sodoende help dit onderwysers om die praktiese ervaringsveld van leerders uit te brei.

Ker-Fox *et al.* (2001:10) wys daarop dat die TRAC PAC slegs van nut vir onderwysers sal wees indien dit sou help om die vakkurrikulum meer effektief en in 'n korter tyd te onderrig. Dieselfde standpunt is deur onderwysers in hierdie studie gehuldig, maar hulle het ook aangedui dat die TRAC-aktiwiteite meer UGO-gebaseerd moet wees. Voorstelle oor hoe dit moet geskied, is as volg:

- deur die definiëring van leeruitkomste soos voorgestel deur die Nasionale Departement van Onderwys. Hierdie aspek word in 'n mate alhoewel meer in die algemeen in die werkkaarte aangespreek, maar daar word verlang dat meer spesifiek na die drie leeruitkomste en die nege spesifieke uitkomste verwys word.
- deur assesseringskriteria vooraf aan die leerders beskikbaar te stel sodat hulle sal weet watter vlak van beheer ten opsigte van 'n spesifieke vaardigheid van hulle verwag word
- deur spesifieke rubrieke wat gebruik word om die leerders se vordering te assesseer, as deel van die werkkaart in te sluit.

Verdere ontwikkeling van die TRAC-program behoort dus aan hierdie betrokke aspek aandag te skenk.

Met verdere uitbreiding kan die TRAC-program ook ander nuttige geleenthede aan onderwysers bied. So byvoorbeeld sou die TRAC-program dit moontlik maak om deur middel van diagnostiese toetse wankonsepte by leerders te bepaal en individuele vordering te monitor deur toetsresultate outomaties op te teken. Sekere sagteware van die program (Evalunet) word reeds gebruik om leerders se begrip van natuur- en skeikunde, wiskunde, biologie en aardrykskunde te bepaal.

Duff-Riddell (2002:7) wys daarop dat onderwysers 'n baie groot rol kan speel om die waarde van programme, soos TRAC SA wat poog om wetenskap, ingenieurswese en tegnologie te bevorder, uit te bou:

It is nearly impossible for a single organisation to directly reach enough people to make any sort of measurable difference. It is thus necessary to target people who then reach out to another much larger group – in other words; we must reach out mainly to teachers, who reach out to many, many learners, who in turn carry the message home to parents, siblings, and friends.

5.8.5 Leerders

Leerders het in dié studie aangetoon dat onderwysers die vakinhoud vir hulle op eenvoudiger maniere moet voorstel. Uit eie ondervinding van werksessies met leerders het die skryfster ondervind dat die TRAC-program help om moeilike leerinhoud op 'n eenvoudiger manier en in 'n korter tyd aan die leerders oor te dra. Dit word vermag deur die aanwending van 'n uitgebreide reeks eksperimente en gepaardgaande werkkaarte. Hierdie ervaring is in ooreenstemming met Sewell en Buirski-Burger (2002:2), wat bevind het dat studente gewoonlik makliker en gouer leer asook 'n meer positiewe ingesteldheid teenoor die vak ontwikkel wanneer daar van rekenaargesteunde relevansie gebruik gemaak word.

Ker-Fox *et al.* (2001:2) toon aan dat TRAC-aktiwiteite leerders uitdaag om bestaande konsepte wat hulle oor sekere gedeeltes van die werk gevorm het, te bevraagteken. Dit gee ook leerders die geleentheid om tot die besef te kom dat die konsepte wat hulle gebruik om waarnemings te maak, data te versamel en te interpreteer tydens die uitvoer van wetenskaplike eksperimente in 'n groot mate onvoldoende is om 'n sinvolle verklaring daarvoor te gee. Leerders kan vinnig met behulp van rekenaargegenereerde grafieke hulle eie begrippe toets teen die bestaande/aanvaarde teorie (verwys na §5.5 oor die werkswyse wat deur TRAC SA gevolg word).

Een van die groot voordele van die gebruik van die TRAC-program is dat die fisiese uitvoer van eksperimente baie kort is en die resultate onmiddellik op die rekenaar beskikbaar is. Waar leerders sukkel met die verstaan van sulke moeilike konsepte, laat die program dit toe om met herhaalde uitvoering van TRAC-aktiwiteite konsepte korrek vas te lê. Die uitvoer van praktiese werk tydens TRAC-werksessies bevorder onderlinge kommunikasie en interaksie by leerders, wat daartoe bydra dat leerders 'n beter begrip ontwikkel oor reeds bestaande konsepte (verwys na §5.5 oor die werkswyse wat deur TRAC SA gevolg word).

Svec (2002) is van mening dat rekenaargesteunde onderrig slegs doeltreffend aangewend kan word om konseptuele verandering te weeg te bring, mits dit gepaard gaan met die belangstelling van en tersaaklikheid vir leerders. Die TRAC-program help om aan leerders die

toepassingsteorie veral in vervoerwese en siviele ingenieurskonteks te demonstreer en te visualiseer. Praktiese toepassingsprobleme wat 'n belangrike deel van die TRAC-werkkaarte uitmaak, toets leerders se vermoë om die teorie in verband met die praktyk te kan bring.

'n Ander voordeel wat die TRAC-program inhou, is dat dit onmiddellik vir leerders die verlangde terugvoering oor hul vordering gee. Leerders kry dus die geleentheid om te verbeter op vorige pogings. Hierdie intydse terugvoering moedig onder andere dikwels hoë-orde denkvaardighede aan (Ker-Fox *et al.*, 2001:14).

TRAC-sentra blyk 'n groot aantrekkingskrag vir leerders te wees en die TRAC-program spoor leerders aan om op hul eie te eksperimenteer. Die kreatiwiteit van leerders word dus geprikkel soos die volgende Graad 11 leerder getuig (TRAC Annual Report, 1998):

The aim of the project was to create a vehicle that would levitate above a magnetic strip using electromagnets. Through many experiments I tested the electromagnets manipulating the variables and resistance to try to discover the strongest magnet I could make with the materials I had on hand.

5.9 SAMEVATTING

TRAC SA is 'n voorbeeld van 'n NROO wat fokus op die vereenvoudiging van basiese en moeilike natuurwetenskapbegrippe deur gebruik te maak van rekenaargesteunde aktiwiteite. Dié program veronderstel dat leerders reeds 'n vakbegrip het en die program poog dan om dié begrip deur middel van intervensies te verbeter. 'n Kenmerk van die program is die aanwending van TRAC-aktiwiteite aan die hand van werkkaarte. In die bespreking is daar verwys na 'n spesifieke TRAC-werkkaart (kyk §5.5). Die voordele van die uitvoering van so 'n werkkaart-aktiwiteit vir die ontwikkeling van vaardighede, is ook aangetoon.

TRAC SA dien as 'n belangrike kommunikasiekanaal tussen die verskillende rolspelers van onderwys en is sodoende in 'n gunstige posisie om die verwagtings wat die onderskeie rolspelers oor die bestaande onderwysstelsel het, te kommunikeer en te help oplos. TRAC SA bied die industrie 'n geleentheid om direk deel te hê aan die program sodat die industrie dus ook insae het in die voorbereiding van leerders. Spesifieke vaardighede wat as kritiek bestempel word deur die industrie, tersiêre inrigtings en onderwysdepartement word deur die TRAC-werkswyse bevorder. Die program se doelstellings is in pas met die industrie se behoefte om bewusmaking in loopbaangeleenthede in die vervoerwese asook tegnologiese rigtings te verhoog. Dit word verseker deur die verspreiding van beroepsvoorligtingboekies aan skole asook deur praatjies deur kundige persone uit die industrie.

TRAC SA se grootste waarde lê egter daarin dat dit as rekenaargesteunde program die moontlikheid bied om meer tyd te bestee aan die vaslegging van moeilike wetenskaplike

konsepte by leerders. Die toegang wat TRAC SA aan leerders tot rekenaartegnologie bied, asook die praktiese aard van die TRAC-aktiwiteite, wakker hulle belangstelling in die wetenskap- en tegnologiese velde aan en prikkel hulle kreatiwiteit. Onderwysers word deur TRAC SA die verlangde geleentheid gegee om opleiding te ontvang om natuur- en skeikunde meer prakties en relevant te onderrig. TRAC SA poog om met behulp van veelsydige navorsing 'n unieke bydrae tot natuur- en skeikunde-onderrig in Suid-Afrika te maak.

HOOFTUK 6

SAMEVATTING, OORSIG EN AANBEVELINGS

Eerstens word daar in 'n kort samevatting van die studie gepoog om die belangrikste aspekte uit te lig. Na die samevatting volg 'n kort kritiese bespreking en evaluering van die studie. Ten slotte word aanbevelings gemaak oor hoe die resultate van die studie toegepas kan word in die praktyk en watter potensiele studies hieruit ontwikkel kan word.

6.1 SAMEVATTING

6.1.1 Die doel en beplanning van die studie (Hoofstuk 1)

'n Toenemende snelveranderende werksomgewing vereis 'n goedopgeleide en tegnologiesvaardige werksmag. Suid-Afrika ervaar egter tans 'n kommerwekkende tekort aan vaardige beroepslui in die wetenskap-, ingenieurs- en tegnologiese rigtings, wat die land se globale mededingingheid en ekonomiese groei strem.

Hierdie tekort aan kundige persone word toegeskryf aan 'n ontoereikende skoolstelsel wat die volgende leemtes meebring:

- 'n afname in die aantal leerders wat natuur- en skeikunde op matriekvlak, veral op die hoër graad slaag.
- leerders wat die industrie en tersiêre inrigtings betree met onvoldoende voorbereiding ten opsigte van sekere onontbeerlike vaardighede.

Verskeie onderwysprobleme, waarvan 'n ongelyke skoolstelsel die belangrikste is, het aanleiding tot bogenoemde krisis gegee. Die Suid-Afrikaanse skoolstelsel word veral gekniehalter deur 'n tekort aan bekwame natuur- en skeikunde- en wiskunde-onderwysers. Dit bring mee dat die kwaliteit van leer wat plaasvind, negatief beïnvloed word. Gevolglik voldoen leerders nie aan die behoeftes van die verskillende rolspelers in onderwys nie.

Die motivering van hierdie studie spruit juis uit die behoefte wat ontstaan het om vas te stel wat die verskillende rolspelers in die Suid-Afrikaanse onderwys se behoeftes is rondom natuur- en skeikunde-onderwys op skoolvlak en wat die potensiaal van die TRAC-program is om van die behoeftes aan te spreek. TRAC SA is 'n nie-regeringsonderwysorganisasie, wat gestig is, om eerstens hulp te verleen aan natuur- en skeikunde-onderwysers, tweedens om leerders beter voor te berei vir die aanbied van natuur- en skeikunde op die hoër graad, en derdens aan te moedig om loopbane in die wetenskap, tegnologie en ingenieurswese, meer spesifiek siviele ingenieurswese, te volg.

Die doel van die studie was om:

- deur middel van 'n wetenskaplike ondersoek (literatuurstudie en empiriese ondersoek) die behoeftes van die verskillende rolspelers in die natuur- en skeikunde-onderwys te identifiseer tot voordeel van die wetenskaplike kennis en vaardighede van leerders
- ondersoek in te stel na hoe die TRAC-program, gebruik kan word om in die behoeftes van die verskillende rolspelers te voldoen.

Daar word ook gepoog om met die resultate van die studie die TRAC-program sodanig aan te pas en verder uit te brei, sodat dit die onderskeie rolspelerbehoefte meer effektief kan aanspreek.

Die verskillende rolspelers wat by hierdie studie betrek is, is die tersiêre inrigtings, onderwysdepartement, industrie, onderwysers en leerders.

6.1.2 Literatuurstudie (Hoofstuk 2)

In dié hoofstuk is gerapporteer oor die literatuurstudie wat uitgevoer is om te bepaal watter behoeftes rolspelers ten opsigte van wetenskaponderwys op skoolvlak het. Die studie het die volgende behoeftes onder rolspelers uitgewys.

a) Industrie

Die industrie verwag van werkers wat tot die werksfeer toetree om reeds bekwaam te wees met die vereiste vaardighede. Hierdie sektor verwag dat leerders reeds op skoolvlak blootgestel moet word aan leergeleenthede wat die ontwikkeling van vaardighede sal beklemtoon. Persone uit die industrie is van mening dat wat die ontwikkeling van vaardighede op skoolvlak betref, die huidige stand van die ontwikkeling van vaardighede by die leerders veel laer is as die belangrikheid wat hulle daaraan heg.

Die industrie verlang 'n meer toepaslike skoolkurrikulum, aangesien hulle van mening is dat die huidige kurrikulum nie die ontwikkeling van die vaardighede wat hulle as belangrik ag, ontwikkel nie. Die industrie het 'n behoefte om verhoogde insae in die onderwysvoorsieningsproses te hê, asook om produktiewe vennootskappe met ander belanghebbendes in die wetenskaponderwys te sluit. Van die voorstelle wat genoem is om by die voorbereiding van die leerders op skoolvlak betrokke te raak, is onder andere befondsing van ondersteuning- en opleidingsprogramme vir onderwysers en leerders.

b) Tersiêre inrigtings

Tersiêre inrigtings se oorwegende behoefte sentreer rondom die vermeerdering en verbetering van die kwaliteit van die aantal natuur- en skeikunde-leerders, veral dié wat historiese

benadeelde gemeenskappe verteenwoordig. Daarby verlang die tersiêre inrigtings ook 'n meer relevante skoolkurrikulum om leerders met die verlangde vaardighede, soos byvoorbeeld intellektuele-, proses-, wetenskaplike-, en kommunikasievaardighede wat nodig is vir die vorming van die regte akademiese leerkultuur, toe te rus. Hulle besef dat die Nasionale Departement van Onderwys nie op sy eie in staat is om in die behoeftes te voorsien nie en gevolglik stel die tersiêre inrigtings hul eie strukture daar om leerders beter voor te berei. Tersiêre inrigtings staan ook samewerking tussen rolspelers betrokke by onderwys voor, en wil 'n groter, meer direkte rol by onderwyseropleiding en leerdervoorbereiding speel.

c) Onderwysdepartement

Die onderwysdepartement se primêre behoefte is om die toename en prestasie van natuur- en skeikunde-leerders, veral dié uit historiese benadeelde gemeenskappe, te verhoog. Om aan die kurrikulumverwagtings van die industrie en tersiêre inrigtings te voldoen, is die Nasionale Departement van Onderwys tans besig met die implementering van die nuwe Nasionale Kurrikulum (K2005) wat gebaseer is op die konsep van uitkomsgebaseerde onderwys (UGO). Die suksesvolle implementering van die Nasionale Kurrikulum vir Natuur- en Skeikunde belooft om leerders toe te rus met die nodige kennis en vaardighede om in 'n globale ekonomie te kan kompeteer. Dit bring mee dat die Nasionale Departement van Onderwys die samewerking van beide leerders en onderwysers verlang om die Nasionale Kurrikulum suksesvol te kan implementeer.

Verder bestaan daar by die onderwysdepartement 'n behoefte om die aantal bekwame natuur- en skeikunde-onderwysers te vermeerder. Die Nasionale Departement van Onderwys het 'n behoefte aan, en verwelkom, programme wat onder- en ongekwalifiseerde natuur- en skeikunde-onderwysers kan toerus met die nodige kennis en vaardighede. Hulle noem ook pertinent dat daar 'n tekort aan fasiliteite en toerusting is en dat dit leerderprestasie negatief beïnvloed. Die Suid-Afrikaanse Ministerie van Onderwys beywer hom sterk vir samewerking tussen verskillende rolspelers in die onderwys, maar verlang dat hierdie betrokkenheid meer gekoördineerd sal wees. Laastens het die onderwysdepartement 'n behoefte aan gestruktureerde navorsing oor sommige aspekte van wetenskaponderrig.

d) Onderwysers

Natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwysers verwag voldoende opleiding en ondersteuning, veral ten opsigte van uitkomsgebaseerde onderwys. Hierdie ondersteuning kan geskied in die vorm van ondersteuningswerkwinkels en opknappingskursusse. Hulle wys daarop dat die gebrek aan geskikte toerusting en fasiliteite die uitbreiding van die praktiese ervaringsveld van leerders strem. Onderwysers dui aan dat die beter benutting van moderne tegnologie in die klaskamer 'n waardevolle bydrae tot die beter verstaan van die teorie kan

lewer, maar dat hulle hier ook 'n behoefte aan opleiding het. Beter vergoedingspakkette word genoem as 'n moontlike trekpleister vir onderwysers om in die onderwys aan te bly.

e) Leerders

Leerders verwag dat die vakinhoud vir hulle op 'n sinvolle en relevante manier bekendgestel word. Hulle beklemtoon die gebruik van verskillende onderrigstrategieë sowel as moderne tegnologie om die aanbieding van wetenskap interessanter te maak. Net soos die onderwysers dui leerders toenemend aan dat hulle 'n behoefte daaraan het dat moderne tegnologie in die aanbieding van die vak gebruik sal word. Behalwe dat leerders aandui dat daar meer aandag gegee moet word aan praktiese werk wat hulle kan help om teoretiese beginsels beter te begryp, verlang hulle ook dat natuur- en skeikunde só aangebied sal word dat leerders 'n beter begrip sal hê van die waarde en toepassing van die wetenskap in die alledaagse lewe.

6.1.3 Empiriese ondersoek: Identifisering van rolspelers se behoeftes (Hoofstuk 3)

In dié hoofstuk is gerapporteer oor die data wat tydens onderhoudsessies versamel is. Die dataverwerking verskaf 'n beperkte kwantitatiewe maatstaf van die behoeftebepaling wat grootliks kwalitatief uitgevoer is. Uit die kwantifisering van die data kon die volgende afleidings gemaak word.

Dit is duidelik dat elke rolspeler eiesoortige, maar tog ook gemeenskaplike behoeftes ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak het. Die verkreeë response gee 'n goeie aanduiding van die verskillende rolspelers se behoeftes ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak en terselfdertyd is dit opvallend in hoe 'n groot mate dit ooreenstem met dié behoeftes wat in die literatuurstudie na vore kom. Die empiriese studie het die volgende as die belangrikste behoeftes van die verskillende rolspelers ten opsigte van natuur- en skeikunde geïdentifiseer:

Algemene behoeftes

a) Industrie

Die industrie verwag dat die skoolstelsel die leerders voldoende sal voorberei met die nodige vaardighede, kennis en begrip sodat hulle maklik binne die industrie opgeneem sal kan word. 'n Verdere aspek wat beklemtoon word, is 'n dringende behoefte aan 'n stygende getal leerders wat natuur- en skeikunde en wiskunde neem sonder dat daar aan die kwaliteit van die onderrig wat die leerder ontvang, ingeboet sal word. Die industrie is gesteld daarop dat werkers wat nuut tot die industrie toetree oor sekere belangrike eienskappe sal beskik. Intellektuele vaardighede word as belangrik geag, maar persoonlike karaktereenskappe sowel as sosiale

vaardighede word van groter belang gereken omdat hierdie eienskappe in 'n groot mate bepaal hoe die persoon in die werksomgewing gaan aanpas, asook in hoe 'n mate hy/sy gaan bydra tot die effektiewe funksionering van die industrie.

Sommige respondente is van mening dat die gesamentlike poging van al die betrokke partye by onderwys 'n groot rol kan speel in die beter voorbereiding van leerders op skoolvlak, maar dat goeie kommunikasie tussen die verskillende rolspelers belangrik is om hiervan 'n sukses te maak. Indien die industrie geld in 'n projek belê, verwag hulle dat sulke projekte eerstens resultaatgeoriënteerd sal wees, en tweedens dat dit 'n waardevolle bydrae tot die voorbereidingsproses van toekomstige werkers in die industrie sal lewer.

b) Tersiêre inrigtings

Tersiêre inrigtings het 'n hoë verwagting ten opsigte van die onderrig van leerders op skoolvlak en verwag dat die leerders 'n goeie wetenskaplike grondslag moet hê en terselfdertyd in staat sal wees om die wetenskaplike vakinhoud prakties te kan toepas. Sommige respondente is van mening dat leerders se grootste probleem by die bemeestering en toepassing van vakkennis lê.

Die respondente toon aan dat die huidige skoolstelsel leerders, veral die afkomstig uit histories benadeelde gemeenskappe, nie voldoende toerus met die nodige vaardighede, kennis en begrip wat noodsaaklik is vir maklike toetrede tot tersiêre inrigtings nie. Daar moet in die skole veral aandag gegee word aan die ontwikkeling van intellektuele-, proses-, wetenskaplike- en kommunikasievaardighede.

Tersiêre inrigtings het 'n hoë verwagting ten opsigte van die kwaliteit van die onderrig van leerders op skoolvlak en toon aan dat onderwysers in die meeste van die gevalle nie bekwaam is, of onvoldoende akademiese opleiding het, om die vak sinvol aan te bied nie. Die tersiêre inrigtings verwag dat daar veral klem gelê moet word op voldoende voorbereiding, opleiding en ondersteuning van onderwysers om sodoende die ontwikkeling van vaardighede, kennis en onderrigstrategieë te bevorder.

Respondente dui aan dat tersiêre inrigtings slegs betrokke sal raak by skoolverbeteringsprogramme indien hulle daardeur goeie kwaliteit studente kan verwerf.

c) Onderwysdepartement

Die respondente erken dat daar 'n krisis in natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwys is en dat hulle veral bekommerd is oor die dalende getal natuur- en skeikunde-leerders wat hoër graad aanbied. Die onvoldoende voorbereiding van die leerders op skoolvlak word hoofsaaklik toegeskryf aan onvoldoende infrastruktuur by skole en 'n kritieke tekort aan bekwaame en gekwalifiseerde natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwysers.

Daar is 'n groot behoefte aan onderwyseropleiding en -ondersteuning, veral met betrekking tot die nuwe kurrikulum (K2005). Die onderwysdepartement benodig egter geld om onderwyseropleidingsprogramme te steun. Befondsing vanuit die privaatsektor is uiters belangrik vir sulke programme, veral as in ag geneem word dat beskikbare staatsfondse beperk is.

Hulle verwag ook dat al die rolspelers betrokke by onderwys die nuwe uitkomsgebaseerde onderwysbenadering, wat die ontwikkeling van vaardighede beklemtoon, aanvaar en ondersteun. Die onderwysdepartement verlang meer georganiseerde en gestruktureerde betrokkenheid van die tersiêre inrigtings en die NROO's wat 'n bydrae kan maak tot die beplanning of die implementering van effektiewe onderwys. Deur dit gesamentlik na te streef, kan die insette van die verskillende rolspelers behoorlik gekonsolideer word.

d) Onderwysers

Hierdie respondente toon aan dat daar groot leemtes in die stand van sekere vaardighede by leerders voorkom. Hierdie vaardighede sluit die volgende in: akademiese vaardighede (studievaardighede), die onafhanklike beplanning en uitvoering van opdragte, interpretasie van basiese vakkennis en die toepassing van die vakkennis. Hulle skryf hierdie leemtes grootliks toe aan onbekwame- en ongekwalfiseerde onderwysers wat die vak veral in die laer grade onderrig.

Daar is aangedui dat groot klasse, onopgeleide- en onbekwame onderwysers die onderrigproses sowel as die leerders se ervaring van die vak negatief beïnvloed. Die respondente dui ook aan dat leerders se begrip van natuur- en skeikunde beperk is en dat hulle nie die teoretiese kennis met die praktyk kan verbind nie. Die onvermoë van die onderwysers om die werk relevant aan te bied, is uitgesonder as 'n moontlike rede vir leerders se onvermoë om die relevansie van die teorie te begryp.

Die respondente is bewus van die waarde van demonstrasies, die aanbieding van leerderpraktika en die gebruik van rekenaargesteunde tegnologie, maar dui aan dat dit in 'n groot mate afhang van die beskikbaarheid van voldoende toegeruste fasiliteite, die grootte van klasse en die bekwaamheid van die onderwyser.

Om natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwys op skool te verbeter, erken onderwysers dat onderwyseropleiding en -ondersteuning van groot belang is. Hulle beklemtoon dat onervare- en ongekwalfiseerde onderwysers wel probleme ondervind met die verstaan en aanbied van die vakinhoud sowel as om die vakinhoud vir die leerders interessant te maak.

Respondente het aangedui dat hulle ondervind dat onderwysers beter vergoedingspakkette verlang om hulle in die onderwysstelsel te behou.

e) Leerders

Net soos die onderwysers het die leerders ook 'n behoefte aan verskillende ondersteuningsprogramme waardeur moeilike konsepte, asook die praktiese toepassings van die vak beter begryp sal word. Respondente toon aan dat onderwysers die vakinhoud vir hulle op eenvoudiger maniere moet aanbied. Hulle dui eerstens aan dat natuur- en skeikunde-onderdig verbeter kan word indien die onderwyser die werk op hulle vlak van begrip aanbied, en tweedens dat die onderrigstrategieë wat die onderwyser gebruik, 'n belangrike rol speel by die verstaan van die vak.

Onderrighandelinge soos demonstrasies of praktiese werk, uitwerk van vrae in groepsverband, individuele ondersteuning deur die onderwyser en die gebruik van handboeke kan help met 'n beter begripsvorming. Leerders beklemtoon dat infrastruktuur, soos apparaat en fasiliteite, noodsaaklik is om die uitvoering van praktiese werk te vergemaklik. Verder dui hulle aan dat opvoedkundige uitstappies na die industrie kan help om die relevansie van die teorie te versterk.

Leerders verlang ook dat daar binne die onderrigproses voorsiening gemaak moet word vir effektiewe terugvoering. Laasgenoemde kan geskied in die vorm van klas- en groeps gesprekke.

Behoeftes ten opsigte van vaardighede

Data-analise toon aan dat daar 'n groot gaping bestaan tussen die huidige stand van die geïdentifiseerde vaardighede by leerders en dit wat deur die rolspelers as belangrik geag word. Sonder uitsondering het elke rolspeler aangedui dat die huidige stand van elke vaardigheidskategorie heelwat laer is as die belangrikheid wat daaraan gekoppel word. Dit beteken dat alle rolspelers besef daar is 'n dringende behoefte aan die ontwikkeling van sekere noodsaaklike vaardighede.

Uit die data kan afgelei word dat die respondente wat direk aan die onderwysstelsel verbonde is, se grootste behoefte is om akademiese vaardighede te bevorder, terwyl die industrie verlang dat die klem moet verskuif na die ontwikkeling van sosiale-interaksievaardighede.

Die groot verskil tussen die hoë waarde wat die industrie toeken vir die belangrikheid van sosiale-interaksievaardighede en die lae rang wat hulle vir die huidige stand daarvan toeken, dui heel waarskynlik op die relatiewe onderontwikkeling van sosiale vaardighede en is 'n aanduiding van wat hulle grootste behoefte oor vaardigheidsontwikkeling is. Alle rolspelers het die laagste rang toegeken aan die belangrikheid van rekenaarvaardighede.

Bogenoemde dui aan dat die werklike stand van die ontwikkeling van vaardighede soos die respondente dit ondervind, nie in ooreenstemming met die rolspelers se behoeftes is nie.

Verder is dit duidelik dat die verskillende rolspelers uiteenlopende menings het oor die belangrikheid en die huidige stand van die ontwikkeling van spesifieke vaardighede. Dit skep dus 'n behoefte vir nouer samewerking tussen die rolspelers om die geïdentifiseerde behoeftes en leemtes effektief op te los.

6.1.4 Strategieë om in onderwysbehoeftes te voldoen (Hoofstuk 4)

Hierdie hoofstuk fokus op moontlike wyses hoe om aan die geïdentifiseerde onderwysbehoeftes te voldoen. Die betrokkenheid van elke rolspeler, asook voorstelle wat hulle het oor hoe om betrokke te raak om die probleem te help oplos, is in volle besonderhede bespreek.

Die onvoldoende voorbereiding van leerders word onder andere toegeskryf aan 'n ontoereikende vakkurrikulum, onbekwame onderwysers en 'n gebrek aan fasiliteite. Alhoewel die onderwysdepartement primêr verantwoordelik is vir onderwys, is die samewerking van die ander belanghebbendes by onderwys nodig om die leemtes in die onderwys effektief te kan aanvul. Wye ooreenstemming tussen die verskillende rolspelers toon dat die behoeftes slegs suksesvol bevredig kan word indien al die rolspelers saamwerk. Om die samewerking te koördineer is 'n ingewikkelde proses en dit moet gebaseer word op goeie en oop kommunikasie.

a) Industrie

Die grootste bydrae wat die industrie sou kon lewer is deur die befondsing van projekte vir onderwyseropleiding en -ondersteuning en van leerderopleiding. Deur die implementering van mentorskap- asook leerderinternskap-programme kan leerders praktiese ervaring opdoen oor wat die beroepe behels. Die industrie sou ook 'n bydrae kon lewer deur wetenskapkompetisies tussen skole te borg en te reël.

b) Tersiêre inrigtings

Voorstelle is gemaak dat die tersiêre inrigtings 'n groot rol behoort te speel by die aanbieding van kursusse en werksinkels vir leerders en onderwysers. Verder kan hulle ook hul kundigheid en fasiliteite beskikbaar stel aan die onderwysdepartement.

c) Onderwysdepartement

Een van die wyses hoe die Nasionale Departement van Onderwys onderwyskwessies probeer aanspreek, is deur kurrikulumhervorming. So byvoorbeeld word die leerdergerigte UGO-benadering stelselmatig geïmplementeer om die leemtes wat ten opsigte van vaardigheidsontwikkeling by leerders bestaan, aan te vul. Die WKOD fokus ook op verskeie wyses om onderwyseropleiding en -ondersteuning te versterk. Onderwysergerigte benaderings

is onder andere die opleiding en ondersteuning van onderwysers in die vorm van werkswinkels en opknappingskursusse. Die volgende is voorstelle wat al gedeeltelik geïmplementeer is om ondersteuning aan onderwysers te bied:

- die vorming van onderwysbestuur- en ontwikkelingsentrums (OBOS'se)
- die skep van onderhoudende netwerke
- die sluit van vennootskappe met NROO's
- die ontwikkeling van 'n wetenskap- en tegnologiesentrum.

Daar is aangetoon dat die nasionale- en provinsiale onderwysdepartemente nie alleen die behoeftes van wetenskaponderwys kan baasraak nie en toenemend afhanklik is van die steun van nie-regeringsonderwysorganisasies (NROO's). Die onderwysbehoefte kan in 'n groot mate bevredig word deur die bydrae van NROO's omdat laasgenoemde fokus op 'n wye spektrum van aspekte, byvoorbeeld die ondersteuning en opleiding van onderwysers deur middel van opknappingskursusse en werkswinkels en die ondersteuning van leerders deur middel van ekstra klasse, programme, en somer- en winterskole.

6.1.5 TRAC SA (Hoofstuk 5)

TRAC SA is 'n NROO wat konsentreer op die verstaanbaarmaking van basiese en moeilike natuur- en skeikunde-begrippe, deur gebruik te maak van rekenaargesteelde aktiwiteite. Dié program veronderstel dat leerders reeds met die betrokke vakinhoud bekend is. Hierdie kennis word dan deur intervensies van die program "gekonfronteer".

In die hoofstuk word ook 'n bespreking gegee van 'n TRAC-werkkaart, tesame met 'n TRAC-aktiwiteit. Klem word veral gelê op die verskillende aspekte van 'n TRAC-aktiwiteit asook die vaardighede wat leerders kan ontwikkel indien hulle die aktiwiteit uitvoer.

Die bydraes wat TRAC SA volgens die skryfster sou kon lewer tot elk van die rolspelerbehoefte, word vervolgens saamgevat.

a) Industrie

Die TRAC-program beklemtoon die ontwikkeling van denk-, rekenaar- en sosiale-interaksievaardighede wat almal hoog aangeskryf word deur die industrie. Die doelstellings van TRAC SA is in pas met die industrie se behoeftes om die kwaliteit en kwantiteit van kandidate in die wetenskap-, ingenieurs- en tegnologiese rigtings te verhoog. Die bereiking van hierdie doelwitte word deur die goeie verhouding wat tussen die industrie en TRAC SA gehandhaaf word, ondersteun. TRAC SA is ook ontvanklik vir voorstelle van die industrie om die program meer doelgerig te maak en bied verskeie geleenthede vir terugvoering vanaf die

industrie. Sodoende bly die industrie as donateurs op hoogte van die ontwikkeling en vordering van die program en kry dus ook die geleentheid om 'n waardevolle bydrae tot die program te lewer.

b) Tersiêre inrigtings

Die ontwikkeling van kritieke vaardighede soos intellektuele-, proses-, wetenskaplike- en kommunikasievaardighede soos verlang deur die tersiêre inrigtings, is een van die hoofdoelwitte van die TRAC-program. Die spesifieke werkswyse van TRAC SA verseker die beter verstaan van moeilike wetenskaplike begrippe en bevorder ook leerders se vermoë om wetenskaplike teorie prakties te kan toepas. TRAC SA dien as 'n kommunikasiekanaal tussen die verwagtings van die tersiêre inrigtings en die vermoë van die skoolstelsel om aan daardie verwagtings te kan voldoen. Soos in die geval van die industrie verwelkom TRAC SA ook insette vanaf die tersiêre inrigtings wat met die aanpassing en verbetering van die program kan help. Die TRAC-program dra ook konstruktief by tot bestaande navorsing in opvoedkunde en kan sodoende 'n waardevolle bydrae tot die beleidmakingsproses in onderwys lewer.

c) Onderwysdepartement

Die Nasionale Departement van Onderwys en die WKOD verleen erkenning aan NROO's soos TRAC SA wat die doelstellings van die onderwysdepartement, om ondersteuning aan onderwysers en leerders by skole te bied, nastreef. Die TRAC-program sluit by die huidige vakkurrikulum aan en TRAC SA voldoen aan sommige van die Nasionale Departement van Onderwys se behoeftes deurdat dit op hoogte bly met laasgenoemde se doelstellings. Die TRAC-program omvat die algemene beginsels van uitkomsgebaseerde onderwys, wat sterk voorgestaan word deur die Nasionale Departement van Onderwys. Daar word egter voorgestel dat addisionele maatreëls getref word om die TRAC-program volledig UGO-gerig te maak. TRAC-beroepsvoorligtingboekies verskaf die verlangde inligting oor ingenieursdissiplines aan leerders en verder reël TRAC SA dat leerders blootgestel word aan die praktiese sy van die industrie.

d) Onderwysers

Onderwyseropleidingsessies wat deur TRAC SA aangebied word, het ten doel om onderwysers te bemagtig met kennis en begrip wat hulle in staat kan stel om natuur- en skeikunde op 'n meer verstaanbare en relevante manier te onderrig. Ook onderwysers het die behoefte om hulle eie teoretiese bekwaamheid te verbeter en die TRAC-program bied onderwysers die geleentheid om dit te doen. TRAC-sentra bied vir onderwysers die geleentheid om die praktiese ervaring van leerders te bevorder deurdat sessies aangebied word om onderwysers vertrouwd te maak met die gebruik van praktiese apparaat in die klaskamer.

Ondersteuning word aan onderwysers by skole gebied om die TRAC-program in die klas suksesvol te help integreer. Verder beywer TRAC SA hom vir die daarstelling van 'n ondersteuningsnetwerk vir onderwysers waar relevante probleme rakende die TRAC-program en huidige onderrigsituasie geïdentifiseer en bespreek word.

e) Leerders

Die TRAC-program se grootste waarde lê daarin dat dit moeilike wetenskapleerinhoud op 'n eenvoudiger en 'n beduidend korter manier aan leerders bekendstel in teenstelling met konvensionele onderrigmetodes. Een van die voordele van die TRAC-program is dat die resultate van eksperimente onmiddellik op die rekenaar beskikbaar is. Daar is dus meer tyd beskikbaar vir die interpretasie en vaslegging van moeilike konsepte. Die TRAC-werkkaarte daag leerders om bestaande konsepte wat hulle reeds oor sekere natuur- en skeikunde-begrippe gevorm het, te bevraagteken en indien nodig te korrigeer. Leerders word dus geprikkel tot hoë-orde denke soos om data te analiseer, interpreteer en afleidings te maak. Hierdie betrokke vaardighede word hoog aangeskryf deur die industrie, tersiêre inrigtings en onderwysdepartement. TRAC-sentra het ten doel om leerders se belangstelling in die wetenskap- en tegnologie se velde aan te wakker en hulle kreatiwiteit te bevorder.

6.2 KRITIESE OORSIG

6.2.1 Die waarde van die studie

Hierdie studie bevestig dat die behoeftes van rolspelers in die onderwys soos vasgestel in die empiriese ondersoek, merendeels ooreenstem met die bevindinge in die literatuurstudie. Een van die hoofbevindinge is dat die verskillende rolspelers ooreenstemmende, maar eiesoortige onderwysbehoeftes het. Die waarde van die studie strek nie net tot die voordeel van natuur- en skeikunde- en wetenskaponderrig op skoolvlak nie, maar dit help rolspelers in die onderwys met die volgende:

- Die individuele behoeftes van elke rolspeler ten opsigte van die voorbereiding van die wetenskapleerders op skoolvlak word aangedui. Sodoende neem die verskillende rolspelers kennis van mekaar se behoeftes.
- Dit gee rolspelers insae oor wat die verwagtings ten opsigte van wetenskaponderrig op skoolvlak is. Laasgenoemde het tot gevolg dat elke rolspeler spesifiek kan fokus op die bydrae wat hulle kan lewer ter beter voorbereiding van die leerders op skoolvlak.
- Dit noodsaak die verskillende rolspelers om betrokke te raak by die aanspreek van die behoeftes wat geïdentifiseer is en spesifiek watter strategieë geïmplementeer kan word om in sommige van die behoeftes te voorsien.

- Dit help met die bewusmaking dat NROO's soos TRAC SA 'n waardevolle bydrae kan lewer om aan rolspelers se behoeftes aandag te gee.

Indien die voorstelle deur die verskillende rolspelers gemaak, asook die praktiese implikasies daarvan, deeglik geëvalueer word, kan dit 'n waardevolle bydrae lewer tot die beter voorbereiding van leerders ten opsigte van vaardighede.

6.2.2 Tekortkominge van die studie

Alhoewel die ondersoek van groot waarde op die gebied van die identifisering van rolspelers se behoeftes ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderwys op skoolvlak behoort te wees, kan daar tog sekere moontlike leemtes ten opsigte van die studie self geïdentifiseer word.

'n Belangrike leemte is die beperkte omvang van die ondersoek, aangesien dit slegs tot die Wes-Kaap beperk is, en slegs 'n baie klein aantal respondente betrek het. Vir die doel van hierdie studie was dit egter weens logistiese redes nie moontlik om dit op 'n breër vlak uit te brei nie. Verder is die ondersoek, om soortgelyke redes, beperk tot slegs 'n klein teikengroep waarop die navorsing uitgevoer is. Omdat dit 'n voorlopige studie op hierdie gebied is, het onderhoude 'n belangrike rol gespeel om die inligting in te samel. Die teikengroep is ook sodanig versprei dat 'n groter verskeidenheid van skole betrek kon word. Hiermee wou verseker word dat 'n mening wat verteenwoordigend van verskillende skole is, verkry word. Wat die verteenwoordigers van die industrie betref, is oorwegend gekonsentreer op die vervoer en siviele ingenieurswese, hoewel ander tipes industrieë ook in 'n mindere mate betrek is.

6.3 KRITIESE EVALUERING VAN DIE STUDIE

Daar is wye ooreenstemming in die literatuur en media dat onderwysbehoefte dringend opgelos moet word om die kommerwekkende tekort aan vaardige werkers in die wiskunde-, wetenskap- en tegnologiese velde hok te slaan. Uit die empiriese studie is afgelei dat sommige behoeftes van die onderskeie rolspelers uniek is, maar dat ander in 'n groot mate ooreenstem. Met hierdie gedeeltelike oorvleueling van onderwysbehoefte is die moontlikheid sterk dat rolspelers nie die verantwoordelikheid van hulle verpligte eienaarskap om onderwysprobleme aan te spreek, aanvaar nie.

Hierdie gebrek om verantwoordelikheid te aanvaar, kan in 'n mate toegeskryf word aan die sogenaamde "cycle of blame" waar elke rolspeler in onderwys mekaar eerstens blameer vir die tekorte in die onderwysstelsel, en tweedens verwag dat die een aan die ander se behoeftes moet voldoen. Dit blyk dat rolspelers slegs op hulle eie behoeftes konsentreer, met min inagneming van die ander rolspelers se behoeftes. So byvoorbeeld word die belangrikheid van

die behoeftes van leerders soos deur hulleself weergegee, nie regmatig weerspieël in Suid-Afrikaanse navorsingstudies nie. Die skryfster is van mening dat leerders, wat die gebruikers in die onderwysstelsel is, waardevolle insette kan lewer oor hoe wetenskaponderrig verbeter kan word.

Dit is opvallend dat respondente hulle baie min uitgespreek het oor hoe hulle self 'n bydrae kan lewer om hulle eie behoeftes te help aanspreek. Die skryfster het juis uit die onderhoude die gevoel gekry dat elkeen van die rolspelers hulle self as onafhanklike entiteite beskou, entiteite wat afsonderlik met die probleme wat deur ander veroorsaak word, worstel. Rolspelers sien hulleself dikwels nie as aandeelhouers in onderwys, wat verbind is om mekaar te help om sukses te behaal nie.

Om sistematiese onderwyservorming te bewerkstellig, moet daar wegbeweeg word van oppervlakkige onderwysverbeteringsprogramme. Suksesvolle onderwysverbetering vereis dat rolspelers eienaarskap neem, saamwerk en sterk vennootskappe vorm. Die versterking van kommunikasie tussen die verskillende rolspelers op alle vlakke is van kardinale belang om voorgenoemde doelwit te behaal. Die nasionale- en provinsiale onderwysdepartemente wat verantwoordelik is vir die behoorlike voorbereiding van leerders op skoolvlak, verwelkom die insette van ander rolspelers, maar verwag dat die samewerking gekoördineerd sal plaasvind. Dit noodsaak die daarstelling van 'n nasionale raamwerk, wat duidelike riglyne definieer vir die bydrae van elke rolspeler in die oplos van onderwysbehoefte, om sodoende samewerking tussen die rolspelers te bevorder. 'n Sleutelvereiste vir die totstandkoming van onderwysvennootskappe is die voorsiening van 'n meganisme wat rolspelers toelaat om te vergader en strategieë te ontwikkel om die onderwysstelsel te verenig en te versterk.

Dit is opvallend dat hierdie studie, net soos die bevindinge van die literatuurstudie daarop wys dat onvoldoende onderwyseropleiding grootliks bydra tot die swak voorbereiding van wiskunde- en wetenskapleerders. Voorgenoemde noodsaak nouer samewerking tussen wiskunde-, wetenskap- en ingenieurswesedepartemente, en opvoedkunde fakulteite, wat primêr verantwoordelik is vir die voorbereiding van onderwysers. Vennootskappe soos tussen TRAC SA, wat verbonde is aan die Departement Siviele Ingenieurswese, en die Departement Didaktiek by die Universiteit van Stellenbosch is prysenswaardig aangesien dit 'n pragmatiese benadering tot leerder- en onderwyservoorbereiding volg. Sulke interdepartementele samewerking moet aangemoedig word en vennootskappe van dié aard behoort uitgebrei te word na verskillende tersiêre inrigtings.

Ten slotte, die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel word deur baie uitdagings gekonfronteer, maar terselfdertyd doen die geleentheid homself voor om kwaliteit leer aan 'n toenemende aantal wiskunde- en wetenskapleerders te verskaf. Die noodsaaklike ontbrekende aspek tot

dusver is egter toewyding – toewyding van alle rolspelers om hulle verwagte bydrae tot die aanspreek van die huidige onderwysbehoefte in produktiewe vennootskappe te lewer.

6.4 AANBEVELINGS

6.4.1 Aanbevelings vir verdere navorsing

Die volgende onderwerpe is na aanleiding van hierdie studie, as moontlike studies wat uitgevoer kan word, geïdentifiseer:

- 'n kwantitatiewe studie op 'n breër, verkieslik provinsiale vlak om rolspelers se behoeftes ten opsigte van natuur- en skeikunde- en wetenskaponderwys te bepaal
- om ondersoek in te stel na NROO's se betrokkenheid by onderwys en die invloed van sulke intervensies op leerders
- hoe die ontwikkeling van vaardighede suksesvol ingebou kan word in die huidige kurrikulum wat UGO beklemtoon
- die gebruik van 'n TRAC-aktiwiteit tesame met die TRAC-program om vaardighede te ontwikkel in natuur- en skeikunde op skoolvlak
- om ondersoek in te stel na die ontwikkeling van 'n kwantitatiewe meetinstrument om die suksesse wat die TRAC-program bereik het, te meet.

6.4.2 Aanbevelings oor wat in die praktyk gedoen kan word

Om die ontwikkeling van vaardighede op skoolvlak te bevorder, sal die hele onderwysbenadering ten opsigte van die betrokkenheid van al die rolspelers in onderwys hersien moet word. Die nuwe Nasionale Kurrikulum met UGO as basis, wat stelselmatig geïmplementeer word, belooft om sommige van die genoemde onderwysbehoefte aan te spreek. Die Nasionale Departement van Onderwys beklemtoon dat hulle nie sonder die samewerking van al die rolspelers betrokke by onderwys die uitdagings van die nuwe onderwysbenadering suksesvol kan hanteer nie. Kommunikasie tussen die verskillende rolspelers moet egter verbeter, sodat elkeen presies kan definieer wat sy/haar behoeftes ten opsigte van die voorbereiding van leerders op skoolvlak is.

6.5 SLOTWOORD

Hierdie studie het getoon dat daar leemtes in die huidige voorbereiding van leerders ten opsigte van die ontwikkeling van vaardighede in Wes-Kaapse skole, bestaan. Drie faktore, naamlik 'n vakkurrikulum wat nie die ontwikkeling van vaardighede ondersteun nie, onderwysers wat nie voldoende toegerus is om die vak te onderrig nie en 'n gebrek aan die

betrokkenheid van die betrokke rolspelers by onderwys, is die belangrikste oorsake van hierdie leemtes.

Die sukses van enige strategie wat poog om die kwaliteit van leerders op skoolvlak te verbeter, hang hoofsaaklik af van die samewerking tussen die verskillende rolspelers. TRAC SA is deur sy spesifieke werkswyse in 'n gunstige posisie om die meeste van die rolspelers se behoeftes te help bevredig. As TRAC SA sy program op 'n breër basis in die Suid-Afrikaanse skoolstelsel wil ontplooi, sal die toekomstige ontwikkeling van die TRAC-program daarop moet konsentreer om die Nasionale Departement van Onderwys se doelstellings grootliks te help verwesenlik. Om volhoubaarheid van die TRAC-program te verseker, sal TRAC SA egter ook verplig wees om aan sy donateurs se behoeftes te voldoen.

Die studie het belangrike aspekte op 'n klein skaal aan die lig gebring en kan simbolies beskou word as 'n klein venster waardeur belangrike aspekte van die breë spektrum van onderwysbehoefte waargeneem is. Alhoewel die empiriese ondersoek beperk was tot die onderwysdepartement, tersiêre inrigtings en skole in die Wes-Kaap, stem sommige van die bevindinge opvallend ooreen met bevindinge van die literatuurstudie. Daarvan kan afgelei word dat die voorstelle wat in die studie gemaak word, om leerders beter voor te berei op skoolvlak, op 'n breër veld van toepassing is. Die inligting verkry uit die studie kan as basis dien vir meer intensiewe studies wat fokus op die geïdentifiseerde terreine. Daar word gehoop dat hierdie ondersoek die belangstelling vir verdere navorsing in verband met behoeftebepaling ten opsigte van wetenskaponderwys op nasionale vlak sal stimuleer.

BRONNELYS

- Abbott, I. 1999. *GNVQ's and the training of science teachers*. **School Science Review**, 81(295): 73-77.
- Abraham, J. & Rambuda, A.M. 1999. *Language as a barrier preventing the learning of science by Grade 12 learners*. Department of Education, Vista University.
- Abrahams, E. & Moru, A. 2001. *The role of language in encouraging Xhosa and English science students to continue their science studies, and positive solutions suggested by students and teachers in Lesotho*. Department of Education, University of Cape Town.
- Abudayyeh, O. 2003. *Undergraduate research mentoring model in construction engineering and management*. **Journal of Construction Engineering & Management**, 129(1): 65-69.
- Adams, P.E. 1999. *The forgotten science educator*. **Journal of Research in Science Teaching**, 36(4): 407-410.
- Alexander, M.G. 1994. *Some thoughts on research and education in cement-based materials in South Africa*. **Concrete**, 72: 19-21.
- Anderson, C.W. & Gallagher, J.J. 2000. *Advancing our knowledge in order to achieve reform in science education*. **Journal of Research in Science Teaching**, 37(6): 509-510.
- Ashrif, A. 1998. *Science teaching, culture and religious values*. **School Science Review**, 79(288): 51-54.
- Asmal, K. 1999. **Oproep tot aksie: Mobilisering van burgers om 'n Suid-Afrikaanse Onderwys- en Opleidingstelsel vir die 21ste eeu te bou**. Pretoria: NDvO.
- Asmal, K. 2000. *Opening address delivered by Professor Kader Asmal, MP, Minister of Education to the Department of Education Consultative Conference on Science, Mathematics and Technology Education: Realising the Promise*. Eskom Conference Centre, Midrand, 11 September 2000.
- Asmal, K. 2001a. *Address by Professor Kader Asmal, MP, Minister of Education at the African Academy of Computer Assisted Engineering Graduation Ceremony*. Boksburg North, 20 July 2001.
- Asmal, K. 2001b. *Speech by Professor Kader Asmal, MP, Minister of Education at the Teacher Education Conference*. Gallagher Estate, Midrand, 20 October 2001.
- Asmal, K. 2003. *Address by Professor Kader Asmal, MP, Minister of Education at the dinner for the Autumn Clinic of the Dinaledi Schools*. Cape Town Holiday Inn, 3 April 2003.
- Bagwandeen, D. 1994. *Teacher education in a changing society*. **South African Journal of Higher Education**, 8(2): 15-19.
- Balli, S.J. & Diggs, L.L. 1996. *Learning to teach with technology: A pilot project with pre-service teachers*. **Educational Technology**, 36(1): 56-61.

- Barton, R. & Rogers, L. 1991. *The computer as an aid to practical science - studying motion with a computer*. **Journal of Computer Assisted Learning**, 7: 104 -113.
- Beasley, B. 1999. *Meeting the needs of science teachers and students: The Philippines*, In: Ware, S.A. (ed.), **Science and environment education: Views from developing countries**. Washington, DC: The World Bank, 1999: 151-162.
- Bengu, S.M.E. 2001. **National Strategy for Further Education and Training: 1999-2001**. Pretoria: NDoE.
- Benn, K.R.A. 1989. *Computer-assisted learning in South African schools: Mistakes of the past and hopes for the future*. **South African Journal of Education**, 9(4): 613-617.
- Beute, N. & Mvalo, G. 2000. "Challenges facing science and technology in Southern Africa." [<http://www.tu-bs.de/institute/ATD/ict2000/pdf/beute.pdf>]. 15 September 2002.
- Bhorat, H. & Hodge, J. 1999. *Decomposing shifts in labour demand in South Africa*. **South African Journal of Economics**, 67(3): 348-380.
- Bird, A. 2001. "Monograph on technical and vocational training in South Africa." [http://www.logos-net.net/ilo/150_base/en/publ/006.htm]. 12 February 2003.
- Blanc, I. 1998. *Developing student workplace skills in virtual enterprises*. **The High School Magazine**, 5(4): 54-55.
- Blankley, W. 1994. *The abyss in African school education in South Africa*. **South African Journal of science**, 90(2): 54.
- Boehm, U. 2000. "Education and employment in post-apartheid South Africa: A case study in the Western Cape." [http://www.uni-leipzig.de/sept/downloads/SWP04_Boehm_download.pdf]. 6 February 2003.
- Bradley, J. 2000. *The Microscience project and its impact on pre-service and in-service teacher education*. The RADMASTE Centre, University of the Witwatersrand.
- Bridgraj, A. & Friedman, H. 1998. *Teachers run for their lives*. **The Teacher**, 3(3): 8-9.
- Butcher, N. 1997. *New technologies for new educational challenges*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 78-117.
- Butt, P. *An industry view of cooperative education*. **SA builder**, 842: 28-32.
- CEITS Streekbestuurder. 1999. Persoonlike onderhoud. Kaapstad, 28 September.
- Chinapah, V. 2002. **Quality education**. Paris: UNESCO.
- Chinien, C.A., Oaks, M.M. & Boutin F. 2002. *A national census on technology education in Canada*. **Journal of Industrial Teacher Education**, 32(2): 1-15.
- Chisholm, L. 2000. **Report of the Review Committee on Curriculum 2005: Teachers' understanding of 2005**. Pretoria: NDoE.

- CIETA. 2002. "Sector skills plan: Chemical Industries Education and Training Authority." [http://www.chieta.co.za/download_pages/Documents/C1S36D00141.pdf]. 21 January 2003.
- Clark, J.V. 1998. "The Etheridge Action Agenda for North Carolina High Tech future: Science, mathematics and technology education." [<http://www.house.gov/etheridge/science.html>]. 15 September 2002.
- Cloete, N. 2001. **Is the National Plan for Higher Education for or against globalisation?** Pretoria: CHET.
- Cortie, M.B. & Cortie, L.D. 1997. *Science, technology and the education of the South African child. South African Journal of Science*, 93(8): 346-347.
- Council on Higher Education. 2000. **Towards a new higher education landscape: Meeting the equity, quality and social development imperatives of South Africa in the 21st century.** Pretoria: CHE.
- Council on Higher Education. 2001. **The state of higher education in South Africa: Annual Report, 2000/2001.** Pretoria: CHE.
- Cox, M.J. 1992. *The computer in the science curriculum. International Journal of Educational Research*, 17: 19-34.
- Culross, R. 1996. *Remediation real students, real standards. Change, The Magazine of Learning*, 28(6): 50-52.
- Cuneo, T., Bell, S. & Welsh-Grey, C. 1999. *Planning for accountability. Thrust for Educational Leadership*, 28(3), 18-21.
- de Feiter, L.P., Vonk, H. & van den Akker, J. 1995. **Towards more effective science teacher development in Southern Africa.** Amsterdam: VU University Press.
- de Feiter, L.P. & Ncube, K. 1999. *Towards a comprehensive strategy for science curriculum reform and teacher development in Southern Africa*, In: Ware, S.A. (ed.), **Science and environment education: Views from developing countries.** Washington, DC: The World Bank, 1999: 177-198.
- Dembicki, M. 1999. *School to career. The High School Magazine*, 6(6): 28-31.
- Department of National Treasury. 2003. **Intergovernmental fiscal review 2003.** Pretoria: DoNT.
- Dias, R. 2002. *Exploring the nature of unemployment in South Africa: Insights from the Labour Force Survey 2000.* Durban: Division of Economics, University of Natal.
- Dixon, A.P. 1992. *Parents: Full partners in the decision-making process. NASSP Bulletin*, 76(543): 15-18.
- Dobson E.L., Hill, H. & Turner J.D. 1995. *An evaluation of the student response to electronics teaching using a CAL package. Computers & Education*, 25(1-2): 13-20.

- Donald, C. & Rutherford, M. 1994. *Evaluation of the first year of college of science*. **South African Journal of Higher Education**, 8(2): 45-50.
- Donnelly, J.F. 2000. *Secondary science teaching under the National Curriculum*. **School Science Review**, 81(296): 27-35.
- Du Plessis, W.S. 1993. *Oorwegings by die formulering van 'n moderne vennootskapstrategie vir Suid-Afrikaanse onderwys*. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde**, 13(2): 74-81.
- Du Preez, P.J. & Grobler, B.R. 1998. *Ondersoek na die doeltreffendheid van ouers wat in die bestuursliggame van voormalige staatsondersteunde skole dien*. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde**, 18(1): 29-43.
- Duff-Riddell, W.R. 2002 "On TRAC in science education."
[<http://www.saasta.ac.za/pcst/papers/papers/duff-riddell.pdf>]. 18 June 2003.
- Duggan, S. & Gott, R. 2000. *Intermediate General National Vocational Qualification (GNVQ) science: A missed opportunity for a focus on procedural understanding?* **Research in Science & Technological Education**, 18 (2), 201-213.
- Ediger, M. 1989. *Issues in microcomputer use in the classroom*. **Journal of Pedagogics**, 10(1): 14-22.
- Ellis, J.D. 1990. *Preparing science teachers for the information age*. **Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, 9(4): 55-70.
- Ettinger, J. 1998. *Shaping tomorrow's workforce today*. **The High School Magazine**, 5(4): 27-30.
- Fehnel, R.A. 2001. *The role of private higher education in professional development: Private providers*. **Outcomes**, 2(4): 18-20.
- Feldman, A. 1997. *Varieties of wisdom in the practice of teachers*. **Teaching and Teacher Education**, 13(7): 757-773.
- Foks, J. 1997. *Education and training - is South Africa in step with the world?*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 78-117.
- Frost, F. 1997. *Computer software for science teaching - choosing and using*. **School Science Review**, 79(287): 19-24.
- Gallagher, J.J. 2000. *Advancing our knowledge in order to achieve reform in science education*. **Journal of Research in Science Teaching**, 37(6): 509-510.
- Gaum, A. 2002. *Toespraak as Wes-Kaapse Minister van Onderwys met die vrystelling van die 2002 Senior Sertifikaatslae*. Kaapstad, 27 Desember 2002.
- George L. 1999. "Implications of the outcomes metaphor."
[<http://www.curtin.edu.au/learn/unit/smec612/george.html>]. 20 October 2002.

- Gerrans, G.C. 1996. *Chemical education - South African initiatives: Focus on education. Chemical Processing SA*, 3(1): 6-8.
- Glover P. & Thomas R. 1999. *Coming to grips in continuous assessment. Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 6(1): 117-127.
- Godsell, B. & Khotseng, B.M. 1990. *The graduate and the new South Africa. Optima*, 37(3): 106-111.
- Godsell, B. 1997. *Work in the 21st century: What schools can do to prepare*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 54-77.
- Goldsworthy, R.G. 1999. *Lenses on learning and technology: Roles and opportunities for design and development. Educational Technology*, July-August: 59-62.
- Gosling, J.W. 2001. *Industry and tertiary education institutions - expectations and commitments: Comment corner: Views, comments & opinions. Elektron*, 18(3): 8-12.
- Gott, R. & Johnson, P. 1999. *Science in schools: time to pause for thought? Science School Review*, 81(295): 21-28.
- Greenfield, S. 2000. *Science in the new millennium. School Science Review*, 81(296): 17-26.
- Grey, J. 1998. *Fighting for a place to sit. The Teacher*, 3(6): 5.
- Grey, J. 2000. *A ploy to "boost confidence", or a realistic decline? The Teacher*, 4(10): 5.
- Grové, C. 1999. *"Education in the 21st Century: The transformation of education through the fifth wave of the industrial revolution and beyond."*
[http://www.archive.wcape.school.za/mm99/cd/conf99/presenters/event_info.asp]. 20 May 2002.
- Hanrahan, H. 1996. **Engineering curricula: Drivers and responses**. Johannesburg: University of the Witwatersrand.
- Hattingh, M. 2002. *Slaagsyfer in wiskunde en skeinat al hoe laer. Die Burger*, 4 Januarie, 7.
- Haynes, T. 1998. *Learning activities for international business. Business Education Forum*, 54(2): 31-33.
- Hayward, R. 2002. **NAPTOSA educator morale in South Africa in 2002: Report on findings**. Pretoria: NAPTOSA.
- Henderson, J. & Wellington, J. 1998. *Lowering the language barrier in learning and teaching science. School Science Review*, 79(288): 35-38.
- Henning E. 1998. *Service learning in the university curriculum: Partnerships in community education. South African Journal of Higher Education*, 12(1): 44-53.
- Heystek, J. & Louw, E.M. 1999. *Parental participation in school activities - is it sufficient? South African Journal of Education*, 19(1): 21-27.

- Hirschsohn, P. 2001. *Global competitiveness through co-operative strategies: Educate*. **Black Business Quarterly**, 3(2): 102-108.
- Hofmeyer, J. 1997. *Teacher education under spotlight*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 46-53.
- Howie, S.J. & Hughes, C.A. 1998. **Mathematics and science literacy of final-year school students in the Third International Mathematics and Science Study**. Pretoria: HSRC.
- Howie, S.J. 1999. *Challenges to reforming science education in South Africa: What do the Third International Mathematics and Science Study results mean?*, In: Ware, S.A. (ed.), **Science and environment education: views from developing countries**. Washington, DC: The World Bank, 1999: 199-214.
- Howie, S.J. 2002a. *Renewal of secondary education curricula and assessment in South Africa*, In: Ware, S.A. (ed.), **Secondary education in Africa: Strategies for renewal**. Washington, DC: The World Bank, 2002: 41-53.
- Howie, S.J. 2002b. **Third International Mathematics and Science Study Repeat (TIMSS-R): Executive summary**. Pretoria: HSRC.
- Hoyt, K. 1991. *Education reform and relationships between the private sector and education: A call for integration*. **Phi Delta Kappan**, 72(6): 450-453.
- Human Sciences Research Council. 1999. **Skills shortages in the South African labour market**. Pretoria: HSRC.
- Imenda, N.S. 1993. *Science teacher education in developing countries*. **South African Journal of Higher Education**, 7(3): 72-75.
- Informasietegnologiebestuurder, WKOD. 1999. Persoonlike onderhoud. Kaapstad, 11 November.
- James, E. 1997. *Success and the four block schedule: Stakeholders buy in*. **NASSP Bulletin**, 81(588): 51-56.
- Jansen, J. 1997. *The reconstruction of schools: Can quality be improved?*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 20-23.
- Jansen, J. 2003. "Don't expect quality with the quantity." [http://www.sadtu.org.za/ev/Feb_2003_html/don't.html]. 17 March 2003.
- Jenkins, E.W. 2000. *Changing science teachers' work: A question of professionalism*. **School Science Review**, 81 (297): 11-20.
- Johnson, S., Monk, M. & Hodges, M. 2000. *Teacher development and change in South Africa: A critique of the appropriateness of transfer of Northern/Western Practice*. **Compare: A Journal of Comparative Education**, 30(2), 179-192.
- Juergensen, T. 2000. "Continuous improvement in education." [<http://www.nlma.org/l-msbp.htm>]. 8 September 2002.

- Kahn, M. 1997. *Science and technology education: Are we preparing our youth for the future?*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 74-77.
- Kahn, M. 2001. "Constraints, views & practices: A perspective on student demographics." [http://www.sauvca.org.za/download_files/publications/challenges_access_admission.pdf]. 8 September 2002.
- Kaplan, D. 1997. *Universities and the business sector: Strengthening the links*. **Social Dynamics**, 23(1): 68-76.
- Karasavvidis, I., Pieters, J.M. & Plomp, T. 2003. *Exploring the mechanisms through which computers contribute to learning*. **Journal of Computer Assisted Learning**, 19(1): 115-129.
- Kazis, R. 1999. *Minding their business: What employers look for in school-to-career programs*. **The High School Magazine**, 6(6): 15-18.
- Ker-Fox, G.M., Jordaan, A.S., Green, W.J. & Davids C.J. 2001. *The TRAC Programme in South Africa: Experiences and lessons learnt*. Paper presented at the Annual Conference of the Transportation Research Board. Washington, USA, 7-11 January.
- Killen, R. 2000. "Outcomes-based education: Principles and possibilities." [<http://www.school.nt.edu.au/cumbt/cfoutcomefocus/killen-paper.pdf>]. 18 May 2001.
- Kizito, R. 2000. *Lesson planning with learner needs and outcomes in mind: A synthesis of frameworks*. **Education practice**, 5: 26-31.
- Klaaste, A. 1997. *Education - a priority of government second to none*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 8-9.
- Koballa, T. & Kemp, R.E. 1997. *The spectrum of scientific literacy*. **The Science Teacher**, 65(6), 27-31.
- Kotzé, F. 2001. "PU vir CHO: Sediba-program spreek landwyk krisis in onderwys aan." [<http://www.puk.ac.za/nuus/nuus39.html>]. 5 Junie 2003.
- Kraak, A. 2000. *Changing modes: a brief overview of the Mode 2 knowledge debate and its impact on South Africa policy formulation*, In: Kraak, A. (ed.), **Changing modes: New knowledge production and its implications for higher education in South Africa**. Pretoria: HSRC, 2000: 9-33.
- Kulik, J. & Kulik, C. 1991. *Effectiveness of computer-based instruction: An updated analysis*. **Computers in Human Behaviour**, 7(1-2): 75-79.
- Laugksch, R.C. & Spargo, P.E. 1999. *Scientific literacy of selected South African matriculants entering tertiary education: A baseline study*. **South African Journal of Science**, 95(10): 427-432.
- Lee, I. & Reigeluth, C.M. 1994. *Empowering teachers for new roles in a new education system*. **Educational Technology**, 34(1): 61-71.

- Legotlo, M.W., Maaga, M.P. & Sebego, M.G. 2002. *Perceptions of stakeholders on causes of poor performance in Grade 12 in a province in South Africa*. **South African Journal of Education**, 22(2): 113-118.
- Leonard, W.H. 1992. *A comparison of students' performance following instruction by interactive videodisc versus conventional laboratory*. **Journal of Research in Science Teaching**, 29: 93-102.
- Lewin, K.M. 1995. *Development policy and science education in South Africa: Reflections on post-Fordism and praxis*. **Comparative Education**, 31(2): 201-220.
- Lewin, K.M. 2000. **Mapping science education policy in developing countries**. Washington, DC: The World Bank.
- Liew, C.W. & Treagust, D.F. 1995. *A Predict-Observe-Explain teaching sequence for learning about student's understanding of heat and expansion of liquids*. **Australian Science Teachers Journal**, 41: 68-71.
- Lincoln, C.A. & Higgins, N.M. 1991. *Making schools work for all children*. **Principal**, 70(3): 6-8.
- Lippert, R.C. (ed.). 1993. **Computer-based education and training in South Africa: A collection of case studies**. Pretoria: Van Schaik.
- Livni, L. & Laridon, P. 1993. *A model of effective computer-based science education*. **South African Journal of Science**, 89(8): 387-389.
- Livni, L. & Laridon, P. 1993. *Evaluation for effective computer-based science education: Application of theory*. **South African Journal of Science**, 89(8): 390-393.
- Livni, L. 1990. *The development and application of an evaluation instrument for computer-based education in the sciences*. Unpublished MSc thesis, University of the Witwatersrand, Johannesburg.
- Loucks-Horsley, S. & Bybee, R.W. 1998. *Implementing the National Science Education Standards*. **The Science Teacher**, 65(6): 22-26.
- Louw, A. 1993. *Keuring van voornemende studente*. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Hoër Onderwys**, 7(3): 156-161.
- Lubisi, C., Wedekind, V., Parker, B. & Gultig, J. 1997. **Understanding outcomes-based education**. Braamfontein: South African Institute for Distance Education.
- Mabry, B. 1999. *A case for curriculum review*. **The Science Teacher**, 66(1): 50-57.
- Mackay, J. 2001. "Final report on access in the FOTIM and Free State Regions." [<http://www.fotim.ac.za/docs/accessreportexecsummary.doc>]. 6 July 2003.
- Malan, S.P.T. 2000. *The 'new paradigm' of outcomes-based education in perspective*. **Tydskrif vir Gesinsekologie en Verbruikerswetenskappe**, 28: 22-28.

- Mandersloot, W.G.B. 1994. *What are the gaps in our skills?* **Chemical Processing SA**, 1(9): 12.
- Mangena, M. 2002. *Address by the Deputy Minister of Education, to the Independent Teachers Union of South Africa (ITUSA) 2002 National Conference*. Zithabiseni Resort, Mpumalanga, 11 July 2002.
- Maphai, V., Wedepohl, P. & Howie S. 1996. **The importance of mathematics and science in South Africa**. Pretoria: HSRC.
- Maree, C. 1993. *The role of universities in livestock production*. **South African Journal of Higher Education**, 7(3): 26-28.
- Maree, J.G., Malan, R. & Basson, N.J.S. 2002. *Betroubaarheid van enkele vakdidaktiese assesseringsinstrumente*. **South African Journal of Education**, 22(3): 219-229.
- Marock, C. 1997. *Education and the world of work: What should the schools teach?*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 58-65.
- Marsh, A. & Keep, J. 1993. *Computer literacy at a teacher training institution*. **South African Journal of Higher Education**, 7(3): 173-175.
- Mashile, E.O. & Mellet, S.M. 1996. *Political and social factors related to secondary school pupils' attitude towards school*. **South African Journal of Education**, 16(4): 223-227.
- Mathison, C. & Pohan, C. 1999. *An internet-based exploration of democratic schooling within plurastic learning environments*. **Educational Technology**, 39(4): 53- 62.
- Matthews, B. & Davies, D. 1999. *Changing children' images of scientist: Can teachers make a difference?* **School Science Review**, 80(293): 79- 85.
- McKeon, F. 2000. *Literacy and secondary science - building on primary experience*. **School Science Review**, 81(297): 45-50.
- Mehl M.C. 1991. *Do we really need computer-based education in South Africa?* **South African Journal of Higher Education**, 5(1): 11-14
- Menon, M.E. 1997. *The demand for higher education in Cyprus: An educational policy perspective*. **Higher Education Policy**, 10(1): 31-39.
- Miller-Grandvaux, Y., Welmond, M. & Wolf, J. 2002. *Evolving partnerships: The role of NGO's in basic education in Africa*. Washington, DC: Academy for Educational Development.
- Moleke, P. 1999. **First experiences of graduates**. Pretoria: HSRC.
- Moll, M. & Froes-Germain. B. 1998. *Taking another look at education and technology part 5: Reality bytes - getting by with a little help from our friends*. **The Alberta Teachers' Association**, 33(4): 1.
- Molnar, A.R. 1997. *Computers in education*. **T H E Journal**, 42(11): 63-69.

- Moon, B. 1996. *Practical experience in teacher education: Issues*. **European Journal of Teacher Education**, 19(3): 217-249.
- Moore, G. & Harrison, H. 1996. *Levelling the playing fields in science and engineering*. **South African Journal of Science**, 92(2): 51-52.
- Moore, R. 2002. **Curriculum restructuring in South African higher education: Academic identities and policy implementation**. Cape Town: Centre for Higher Education Development, University of Cape Town.
- Morphet, T. 1997. *Partnerships in education: NGO's and the private sector*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1997: 118-121.
- Mostert, P.C. 1990. *Rekenaars in die onderwys*. **Die Unie**, 86(11): 326-327.
- Murphy, L.D. 2002. "Graphing misinterpretations and microcomputer-based laboratory instruction, with emphasis on kinematics."
[<http://www.mste.uiuc.edu/murphy/Papers/GraphInterpPaper.html>]. 3 December 2002.
- Muwanga-Zake, J.W.F. 2001. *Is science education in a crisis? Some of the problems in South Africa*. Centre for the Advancement of Science and Mathematics, Rhodes University.
- Naidoo, K. 1998. *Will public and private partnerships give a new lease of life to NGO's?*, In: Hofmeyr, J. & Perold, H. (eds.), **Education Africa Forum, Second Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1998: 108-111.
- Nakhleh, M.B. 1994. *A review of microcomputer-based labs: How have they affected science learning?* **Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, 13(4): 367-381.
- Nasionale Departement van Onderwys. 2002a. **Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring, Graad 7-9, Natuurwetenskap**. Pretoria: NDvO.
- Nasionale Departement van Onderwys. 2002b. **Hersiene Nasionale Kurrikulumverklaring Graad R-9 (Skole): Oorsig**. Pretoria: NDvO.
- National Department of Education. 1995. **White Paper on Education and Training**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 1996a. **Annual Report: June 1994 - December 1995**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 1996b. **White Paper on Science and Technology**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 1997a. **OBE Discussion Documents**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 1997b. **Outcomes based education in South Africa**. Pretoria: NDoE.

- National Department of Education. 1997c. **White Paper 3: A Programme for the Transformation of Higher Education**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 1998. **General and Further Education**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 1999a. **Annual Report: 1999**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 1999b. **National Strategy for Further Education and Training 1999-2001**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2000a. **Implementation plan for Tirisano: January 2000-December 2004**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2000b. **Schools Register of Needs 2000**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2001a. **Report of the auditor-general on the summarised findings of performance audits conducted at certain provincial departments of education**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2001b. **Education change and transformation in South Africa: A review 1994-2001**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2001c. **National Strategy for Mathematics, Science and Technology Education in General and Further Education and Training**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2001d. **National Plan for Higher Education**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2001e. **OBE: Teacher orientation, training and support processes**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2001f. **Education in South Africa: Achievements since 1994**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2002a. **National Curriculum Statement for Grades 10-12 (Schools): Physical Sciences**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2002b. **Transformation and reconstruction of the higher education system**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2002c. **The transformation and reconstruction of the higher education system**. Pretoria: NDoE.
- National Department of Education. 2003. **Report on the 2002 Senior Certificate examination**. Pretoria: NDoE.
- National Research Foundation. 2002. **Education and the challenges for change**. Pretoria: NRF.
- Naude, J. 1993. *Can university graduates do the job?* **Progressio**, 15(2): 6-8.

- Nelson, G.D. 1999. *Back to basics: Thoughts on improving the US science curriculum*. **The Science Teacher**, 54-57.
- Nelson, J.B. 1998. *Circuit training*. **The Science Teacher**, 65(2): 23-25.
- Neuschatz, M. 1999. *What can the TIMSS teach us?* **The Science Teacher**, 66(1): 23-26.
- Newstead, K. & Bennie, K. 1999. *Obstacles to implementing a new curriculum*, In: Smit, M.J. & Jordaan, A.S. (eds.), **Proceedings of the National Subject Didactics Symposium: Curriculum 2005: Rhetoric and reality**. Stellenbosch: University of Stellenbosch, 1999: 25-26.
- Ngubane, B. 2002. *Address by the Minister of Arts, Culture, Science and Technology of the Republic of South Africa at the Launch of Eskom's Secondary Schools Mathematics and Science Project in partnership with the Foundation for Education, Science, and Technology (FEST)*. Eskom Conference & Exhibition Centre, Midrand, 12 September 2002.
- O' Neil, S.L. 1998. *An empowered attitude can enhance communication skills*. **Business Education Forum**, 54(2): 28-30.
- Ockert, C.F. 2002. **Voorgraadse Prospektus 2002**. Stellenbosch: Universiteit van Stellenbosch.
- O'Connor, S. 2000. *Who wants to be a teacher?* **The Teacher**, September 7, 2000.
- Ogunniye, M.B. 1996. *Science, technology and mathematics, : the problem of developing critical human capital in Africa*. **International Journal of Science Education**, 18(5), 267-284.
- Okula, S. 1999. *Creating a positive school culture*. **Business Education Forum**, 54(2): 7-13.
- O'Neil, S.L. 2000. *Using leadership skills to maximize classroom effectiveness*. **Business Education Forum**, 54(2):48-50.
- Osborne, J. & Collins, S. 2000. *Pupils' and parents' views of the school science curriculum*. **School Science Review**, 82(298): 23-31.
- Osborne, J., Driver, D. & Simon, S. 1998. *Attitudes to science: Issues and concerns*. **School Science Review**, 79(288): 27-33.
- Parker, V. & Gerber, B. 2000. *Effects of a science intervention program on middle-grade student achievement and attitudes*. **School Science and Mathematics**, 100(5): 236-242.
- Paul, J.R.M. 1999. *Empowering teachers to use computers effectively across the curriculum*. Paper presented at the Millennium Minds Conference. Cape Town, 29 September to 1 October.
- Pauls, J., Young, D.B. & Lapitkova, V. 1999. *Laboratory for learning*. **The Science Teacher**, 66(1): 27.

- Perreault, H. 2000. *Developing successful business partnerships*. **Business Education Forum**, 54(4): 30-32.
- Potgieter, A. & Cronjé, J. 1998. *Gagne, Bloom en 'n konstruktivistiese rekenaargesteunde leergebeure*. **Journal of Education and Training**, 19(1): 46-59.
- Potgieter, A. 1998. "Behoeftesbepalingsdokument: Effektiewe Tegnologie-Gesteunde Onderrig aan Graad 8 leerders." [<http://hagar.up.ac.za/catts/learner/andria/Behoeftesbep.doc>]. 14 Julie 2002.
- Preece, J. & Bokhari, R. 1996. *Partnership at its best*. **Adults Learning**, 7(1): 164-166.
- Pretorius, C. 2003. "A bunch of F's will get you through Matric." [http://www.sadtu.org.za/ev/Feb_2003_html/a.html]. 17 March 2003.
- Pretorius, S.G. 1995. *Die werkgewer as vennoot in onderwysvoorsiening*. **South African Journal of Education**, 15(3): 108-115.
- Probert, J. & Munro, K. 1995. *CAL, apartheid and economics education at the South African universities*. **Computers in Higher Education Economics Review**, 9(3):1-8.
- Prophet, B. & Towse, P. 1999. *Pupils understanding of some non-technical words in science*. **School Science Review**, 81(295): 79-86.
- PU vir CHO. 2002. **Wetenskapsbeleid van die PU vir CHO**. Potchefstroom: PU vir CHO.
- Rademeyer, A. 2003a. *Eerstejaars weet min*. **Die Beeld**, 12 Februarie 2003.
- Rademeyer, A. 2003b. *UGO verkeerd ingevoer*. **Die Burger**, 31 Mei 2003.
- Ratcliffe, M. 1998. *Discussing socio-scientific issues in science lessons - pupils' actions and the teacher's role*. **School Science Review**, 79(288): 55 59.
- Rautenbach, E. 2003. *Vader Asmal*. **Insig**, Maart, 30-32.
- Retief, I.D. 1989. *Computer-aided instruction and its implementation*. **South African Journal of Education**, 9(1): 148-157.
- Robinson, M. 2002. *Research in action and research for action: Working in a participatory action research framework with a government department*. **Journal of Education**, 28: 105-121.
- Roos, G. 2000. "Comments On CEO Forum's Year 2 Star Report. Educator Development for ICT." [<http://www.ceoforum.org/reports.cfm?>]. 17 March 2003.
- Rossouw, D.J. 1989. *Maatskaplike relevansie van die vakkurrikulum vir natuur- en skeikunde met spesiale verwysing na die nywerheid*. Ongepubliseerde MSc(Ed.) tesis, PU vir CHO, Potchefstroom.
- Russell, D., Lucas, K.B. & McRobbie, C.J. 1999. "Microprocessor based laboratory activities as catalysts for student construction of understanding in physics." [<http://www.aare.edu.au/99pap/luc99196.htm>]. 3 December 2002.

- Sadeck O. 2001. **Science and technology in the intermediate phase: An alloy, a marriage or merely co-habitation?** Cape Town: WCED.
- SADTU. 2003 "*A drastic turnaround in our education system.*" [http://www.sadtu.org.za/ev/Feb_2003_html/adrastic.html]. 17 March 2003.
- SADTU. 2000. "*SADTU's replies to the report of the Curriculum 2005 review team.*" [http://www.sadtu.org.za/ev/July2000/sadtu_response.htm]. 17 May 2003.
- Sánchez, G. & Valcárcel, M.V. 1999. *Science teachers' views and practices in planning for teaching*. **Journal of Research in Science Teaching**, 36(4): 493-513.
- Sanders, M.G. 1998. *Cultivating partnerships in the learning process*. **The High School Magazine**, 5(3): 38-47.
- Sanderson, R D., Makawa-Mbewe, J. & De Kock, J.J. 2000. "*Materials science in Africa.*" [<http://www.sun.ac.za/unesco/Conferences/Conference2000/Abstracts2000/Sanderson/SandersonAbstr.pdf>]. 21 February 2003.
- SAUVCA. 2001. **The challenges of access and admissions**. Pretoria: SAUVCA.
- SAUVCA. 2002. **A vision for South African higher education: Transformation, restructuring & policy integration**. Pretoria: SAUVCA.
- Schneiderman, B., Borkowski, E.Y. & Norman, K. 1998. *Emergent patterns of teaching/learning in electronic classrooms*. **ERT& D**, 46(4): 23-42.
- Selman R.L. 1997. *An analysis of teachers' professional development as they work with students on interpersonal issues*. **Teaching and Teacher Education**, 13(4): 409-428.
- Senior Kurrikulumadviseur, Natuur- en Skeikunde, WKOD. 1999. Persoonlike onderhoud. Kaapstad, 8 November.
- Sewell, B.T. & Buirski-Burger, N. 2000. "*Can computer based education save science education in South Africa?*" [<http://web.uct.ac.za/depts/emu/cbe/projects/talk/saarmsep1.htm>]. 18 March 2003.
- Sewell, B.T. 1995. "*Demonstration of physical science revision software for standards 9 & 10.*" [<http://www.uct.ac.za/depts/emu/cbe/abstract.htm>]. 18 March 2003.
- Shabajee, P. & Postlethwaite, K. *What happened to modern science?* **School Science Review**, 81(297): 51-55.
- Shortt, L 1994. *Teachers can become a vital component of the school budget process*. **NASSP Bulletin**, 78 (566): 39-46.
- Shumba, O. 1999. *Relationship between secondary science teachers' orientation to traditional culture and beliefs concerning science instructional ideology*. **Journal of Research in Science Teaching**, 36(3): 335-355.

- Simkins, C. 1998. *Public and private sector contributions to education in South Africa*, In: Hofmeyr, J. & Perold, H. (eds.), **Education Africa Forum, Second Edition**. Pinegowrie, Gauteng: Education Africa, 1998: 136-139.
- Simpson, D. 1997. *Collaborative conversation: Strategies for engaging students in productive dialogues*. **The Science Teacher**, 64(8): 40-43.
- Smallbone, C. 1992. *Challenges in education and training for third world countries: Technical education*. **Technology SA**, May: 29-32.
- Smith, W.L. 1996. *Education reform in South Africa: Preparing for higher education beyond apartheid*. Paper presented at Investing in South Africa. Costa Mesa, California, 19 March.
- Smithenry, D. & Bolos, J. 1997. *Creating a scientific community*. **The Science Teacher**, 64(8): 44-47.
- Soltynski, M. 2002. **The state of physics in South Africa: A review commissioned by the South African Institute of Physics**. Stellenbosch: Institute for Futures Research, University of Stellenbosch.
- Soudani, M., Sivade, A., Cros, D. & Médimagh, M.S. 2000. *Transferring knowledge from the classroom to the real world: Redox concepts*. **School Science Review**, 82(298): 65-72.
- Spady, W.G. 1994. **Outcomes based education: Critical issues and answers**. Arlington: American Association of School Administrators.
- Spillane, J.P. & Callahan, K.A. 2000. *Implementing state standards for science education: What district policy makers make of Hoopla*. **Journal of Research in Science Teaching**, 37(5): 401-425.
- Staton, T. 2001. *New economy, old schools*. **American Way**, 84-91.
- Staton, T. & Marvel, B. 2001. *The modern art of work*. **American Way**, 92-95.
- Steyn, J.C. 2000. *Quality education and equality in education: A dilemma for democratic South Africa?* **South African Journal of Education**, 20(1): 46-49
- Stoll, L. 1999. *Realising our potential: Understanding and developing capacity for lasting improvement*. **School Effectiveness and School Improvement**, 10(4): 503-535.
- Struwig, F.W. & Botha, M.M. 1993. *Initial career orientation of teachers*. **South African Journal of Higher Education**, 7(3): 219-222.
- Svec, M. 2002. *"Improving graphing interpretation skills and understanding of motion using micro-computer based laboratories"* [<http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/svec.html>]. 3 December 2002.
- Tasker, M. & Packham, D. 1990. *What are the needs of industry?* Paper presented at the Society for Research into Higher Education Conference. Guildford, England, December.
- Taylor, N. 2001. *Outcomes, effort and values in schooling*. Presentation to the New Millennium Business Conference. Business School, Wits University. 15 May.

- Teh, G.P.L. & Fraser, B.J. 1995. *Development and validation of an instrument for assessing the psychological environment of computer-assisted learning classrooms*. **Journal of Educational Computing Research**, 12: 177-193.
- Thompson, S. 1998. *Moving from publicity to engagement*. **Educational Leadership**, 55(8): 54-57.
- Thulstrup, E.W. 1999. *School laboratories in developing countries: Are they worth the effort and expense?*, In: Ware, S.A. (ed.), **Secondary education in Africa: Strategies for renewal**. Washington, DC: The World Bank, 2002: 113-127.
- Torkzadeh, R., Pflughoeft, K. & Hall, L. 1999. *Computer self-efficacy, training effectiveness and user attitudes: an empirical study*. **Behaviour and Information Technology**, 18(4): 299-309.
- TRAC SA. 1998. Annual Report.
- TRAC SA. 1999. Annual Report.
- TRAC SA. 2001. Annual Report.
- TRAC SA. 2002. Annual Report.
- Trollip, S.R. & Alessi, S.M. 1988. *Incorporating computers effectively into classrooms*. **Journal of Research on Computing in Education**, 21(1): 70-81.
- Truog, A.L. 2000. *South Africa's search for educational equity*. **International Journal of Educational Reform**, 9(3): 220-223.
- Universiteit van Pretoria. 2002. **Inspirasie vir die Innovasiegenerasie 2002-2005**. Pretoria: UP.
- Universiteit van Stellenbosch. 2002. **'n Strategiese raamwerk vir die eeuwisseling en daarná**. Stellenbosch: US.
- Universiteit van Stellenbosch. 2003. **Besprekingsdokument: Fokusareas vir die Universiteit van Stellenbosch**. Stellenbosch: US.
- University of Cape Town. 2000. **Strategic Plan for Community-Higher Education-Service Partnerships (CHESP): 2001 – 2004**. Cape Town: UCT.
- University of Natal. 2002. **University of Natal: Strategic Plan**. Durban: UN.
- University of the Witwatersrand University. 1999. **Science education: Helping the university achieve its mission**. Johannesburg, WITS.
- Uys, J.B. 1993. *Organisasie van eksaminering vir groot wiskunde- en wetenskapklasse*. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Hoër Onderwys**, 7(3): 112-117.
- Van der Berg, S. & Burger, R. 2002. *Education and socio-economic differentials: A study of school performance in the Western Cape*. Paper presented at the DPRU/FES Conference on Labour Markets and Poverty in South Africa. Johannesburg, 22-24 October.

- Van der Berg, S. 2001a. "*Education and skills constraint.*" [http://www.ber.sun.ac.za/downloads/2001/conferences/svdberg_nov01.pdf]. 3 December 2002.
- Van der Berg, S. 2001b. *The role of education in labour earnings, poverty and equality*. Paper presented at the DRPU/FES Conference on Labour Markets and Poverty in South Africa. Johannesburg, 15-16 November.
- Van der Heever, H.E. 1989. *Die rekenaar in onderwysopleiding*. **Journal of Pedagogics**, **10**(3): 89-106.
- Van der Horst, H. 2001. "*Training teachers for the new South Africa: Outcomes based education and Curriculum 2005*". [<http://www.pedf.cuni.cz/svi/vydavatelstvi/ucitel/ref/rineweld.html>]. 15 September 2002.
- Van Hamburg, E. 1999. *Leerfasilitering in kontakonderrig*. Buro vir Akademiese Steundienste, PU Vir CHO.
- Van Niekerk, L.J. & Killen, R. 2000. *Recontextualising outcomes-based education for teacher education*. **South African Journal of Higher Education**, **14**(3): 90-100.
- Van Rooyen, J.H. 1994. *Computer based education and training in South Africa*. **Progression**, **16** (2): 217.
- Van Schoor, W.A. 2000. *What they don't teach you at university: Skills, values and attitudes for South African workplace*. **South African Journal of Education**, **20**(1): 41-47.
- Van Vuren, A.J. & Henning, J.C. 2001. *User-education in a flexible learning environment - an opportunity to stay relevant in the 21st century*. **South African Journal of Library & Information Science**, **67**(2): 79-85.
- Van Wyk, A. 1999. *Toespraak deur die Rektor en Visekanselier, Universiteit van Stellenbosch, Derde Gradeplegtigheid*. Stellenbosch, 8 Desember.
- Vasquez, J. 1998. *Equitable education: Making science accessible to all students*. **The Science Teacher**, **65**(6): 43-45.
- Ware, S.A. 1999. *Overview of the reform agenda*, In: Ware, S.A. (ed.), **Secondary education in Africa: Strategies for renewal**. Washington, DC: The World Bank, 2002: 1-10.
- Wellington, J. 1999. *Integrating multimedia into science teaching: Barriers and benefits*. **School Science Review**, **81**(295): 49-54.
- Wes-Kaapse Onderwysdepartement. 1998. **Assesseringsriglyne**. Kaapstad: WKOD.
- Wes-Kaapse Onderwysdepartement. 2000. **Natuurwetenskap Handleiding: Graad 8**. Kaapstad: WKOD.
- Wes-Kaapse Onderwysdepartement. 2001. **Natuurwetenskap Hulpbronne vir Opvoeders: Graad 9**. Kaapstad: WKOD.

- Wes-Kaapse Onderwysdepartement. 2002. **Natuurwetenskap Hulpbronnepakket: Graad 6**. Kaapstad: WKOD.
- Wes-Kaapse Onderwysdepartement. 2003. "*Toespraak oor Verdere Onderwys en Opleiding deur die Direkteur: Kurrikulumontwikkeling aan Die OBOS Weskus/Wynland.*" [<http://curriculum.wcape.school.za/index/n/v/169>]. 10 Maart 2003.
- Western Cape Education Department. 2001. "*WCED Launches initiatives to boost maths results.*" [http://wced.wcape.gov.za/comms/press/archive/2001/15_maths.html]. 10 March 2003.
- Western Cape Education Department. 2002. **National Curriculum Statement: Grades 10-12, Physical Science, Draft**. Cape Town: WCED
- Western Cape Education Department. 2003. "*Premier launches Cape Maths, Science and Technology Academy.*" [http://wced.wcape.gov.za/comms/press/16_mst.html]. 10 March 2003.
- Whittaker, B. 1997. *Government and the private sector: Education partnerships for the future*, In: Mackenzie, C. (ed.), **Education Africa Forum, First Edition**. Pinetown, Gauteng: Education Africa, 1997: 112-117.
- Wilkinson, A., Dennis, C.R. & Strauss, J.P. 1995. '*n Herevaluering van praktiese werk in natuurwetenskaponderwys op skool en universiteit*. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Opvoedkunde**, 15(3): 144-153.
- Wright, L.S. & Bleach, J. "*Can OBE compensate for educational inequity in South Africa?*" [<http://www.und.ac.za/ling.archive/wrig-01.html>]. 20 October 2002.
- Young, M. 2001. *Educational reform in South Africa (1990-2000): An international perspective*, In: Kraak, A. & Young, M. (eds.), **Education in retrospect: Policy and implementation since 1990**. Pretoria: HSRC, 2001: 17-39.
- Zake, M. & Frank, J.W. 1999. "*Identifying science teachers needs.*" [<http://www.ru.ac.za/library/thesis/1999/muwanga-zake.html>]. 6 November 2002.
- Zhao, Y. & Conway, P. 2001. "*What's in, what's out - an analysis of state education technology plans.*" [<http://www.tcrecord.org/Content.asp>]. 2 February 2001.

ADDENDUM A

VRAELYTE

1. Industrie
2. Tersiêre inrigtings
3. Onderwysdepartement
4. Onderwysers
5. Leerders
6. Industry
7. Tertiary Institutions
8. Education Department
9. Teachers
10. Learners

INDUSTRIE SE BEHOEFTE EN MENINGS RAKENDE DIE ONDERRIG VAN NATUUR- EN TOEGEPASTE WETENSKAPPE OP SKOOLVLAK

TRAC SA navorsingspan

Universiteit van Stellenbosch: Fakulteit Opvoedkunde

A. Doelstellings met hierdie vraelys:

- Om ondersoek in te stel na die verskillende behoeftes wat industrie het omtrent die onderrig van die vak natuur- en skeikunde op skoolvlak.
- Om die idees en opvattinge van persone uit die privaatsektor rakende die huidige omstandighede in natuur- en skeikunde-onderwys in te win.

Lees asseblief die onderstaande instruksies noukeurig deur.

1. Hierdie vraelys maak deel uit van 'n navorsingsprojek uitgevoer deur TRAC SA navorsingspan.
2. Die sukses van die projek hang af van u goedgegunstige en heelhartige samewerking.
3. Die persoonlike inligting wat ons van u verlang sal **streng vertroulik** hanteer word.
4. In die beantwoording van sommige vrae word van 'n skaal van 1 tot 5 gebruik gemaak. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan). Vul die syfer van u keuse in die gegewe blokkies in.

B. Agtergrond oor die TRAC-program

Die TRAC-program is 'n innoverende manier om hoërskool leerders te help met wiskunde en wetenskap. Die program maak gebruik van rekenaar tegnologie om die leerders aan te moedig om 'n loopbaan in tegnologiese rigtings en spesifiek Vervoer en Siviele ingenieurswese te volg. Die hart van die TRAC-program is die TRAC PAC (Transport and Research Activity Centre), 'n stel opvoedkundige apparaat wat gebruik word om wiskundige en wetenskaplike begrippe te demonstreer, ontdek en vas te lê. Die pak sluit 'n aantal gestruktureerde eksperimente in wat gebaseer is op die skool sillabus. Ten einde skole wat nie deel is van die TRAC-program ook toegang te gee tot die hulpbronn, het TRAC SA 'n TRAC-laboratorium by die Universiteit van Stellenbosch gevestig.

Voltooi asseblief die volgende tabel.

Naam	
Organisasie	
Posisie	
Datum van Onderhoud	
Plek	
Opvoedkundige / Professionele Agtergrond	
Kern bedryf van die maatskappy?	

C. Vrae

1. Dink u dat die huidige skoolstelsel leerders voldoende voorberei vir tersiêre opleiding en / beroepe in die wetenskap, ingenieurswese en tegnologie?
2. Het u enige idees / voorstelle oor hoe wetenskap onderwys op skoolvlak verbeter kan word?
3. 'n Lys van onderwerpe word voorsien in die onderstaande tabel. Dui met 'n syfer (1 tot 5) die belangrikheid en huidige toestand aan van wetenskapkennis vir werkers wat nuut toetree tot die industrie. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Fisika (Newton se Wette, Meganika, Golf Teorie, ens.)		
2. Chemie (Boyle se Wet, Chemiese Reaksies, Chemiese Binding, ens.)		
3. wiskunde (Algebra en Meetkunde)		
4. wiskunde (Interpretasie van grafieke)		
5. Eksperimentele Prosesvaardighede bv. (waarneming, formulering van gevolgtrekkings en manipulerings van veranderlikes)		

4. Die volgende is 'n lys van vaardighede wat leerders veronderstel is om op skoolvlak te ontwikkel. Dui met 'n syfer (1 tot 5) die belangrikheid en huidige stand van die vaardighede aan. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Kommunikasievaardighede:skryfvaardighede (skryf van verslae)		
2. Kommunikasievaardighede:mondelings (aanbieding)		
3. Sosiale vaardighede:(hantering van konflik)		
4. Werk in groepe		
5. Studievaardighede		
6. Laboratoriumvaardighede		
7. Onafhanklike beplanning en uitvoering van eksperimente		
8. Probleemoplossing		
9. Besluitnemingsvaardighede		
10. Samestelling en interpretasie van grafieke		
11. Verwerking van data		

12. Toegang tot informasie met behulp biblioteek		
13. Toegang tot informasie met behulp Internet		
14. Gebruik van 'n woordverwerker		
15. Gebruik van databasis		
16. Gebruikmaking van sigblaaie		
17. Gebruik maak van PowerPoint vir aanbiedinge		
18. Basiese kennis van rekenaars		
19. Gebruikmaking van CAD (Computer Aided Design)		

5. Is daar enige vaardighede wat leerders op skoolvlak behoort te ontwikkel wat nie in bostaande gelys is nie?
-
6. Het u enige idees oor hoe leerders die vaardighede gelys in vraag 4 en 5 kan ontwikkel?
-
7. Watter eienskappe soek u maatskappy in nuut aangestelde werkers?
-
8. Wetenskap, ingenieurswese en tegnologie verwante dissiplines word deur leerders beskou as baie moeilik. Kan industrie 'n rol speel om die beeld reg te stel en indien ja, watter voorstelle het u?
-
9. Dink u dat die industrie 'n verantwoordelikheid het om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke. Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem?
-
10. Watter faktore sal u of u onderneming motiveer om ondersteuning te gee aan 'n skoolprogram / skoolprojek?
-
11. Watter vorm moet die ondersteuning aanneem? (befondsing, persoonlike tyd, tipe produkte of dienste leerdervakansie-internskappe)
-
12. Wat verwag die industrie terug vir die ondersteuning genoem in vraag 11?
-
13. Programme soos TRAC is betrokke by spesifieke areas van leerder en onderwyserhulpmiddelontwikkeling. Wat glo u moet die fokus areas van skoolprogramme soos TRAC wees, in die voorbereiding van leerders vir wetenskap, ingenieurswese en tegnologie-verwante beroepe? Maak gebruik van 'n syfer 1 tot 5 en toon:
- die belangrikheid van die volgende hoofkategorieë en
 - daarna die belangrikheid van elke onderafdeling van die hoofkategorieë aan.
- (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

Ontwikkeling van Produkte	
1. Kurrikulummateriaal	
2. Sagteware	
3. Hardeware	
4. Samestelling van Beroepsvoorligting inligting	

Navorsing	
1. Onderzoek instel na die effektiwiteit van opvoedkundige tegnologie	
2. Publieke verstaan van wetenskap, ingenieurswese en tegnologie-verwante beroepe	

Opleiding	
1. Onderwyseropleiding (TRAC-lab, werkswinkels)	
2. Onderwyserondersteuning by skool	
3. Leerder werkswinkels (TRAC-lab)	
4. Leerder onderrig in skole	

Kapasiteit bou van onderwysers	
1. TRAC-lab (tersiêre inrigtings) bv. opleiding van onderwysers	
2. TRAC PAC (skole) ondersteuning van onderwysers by skool	

Kapasiteit bou van leerders	
1. TRAC-lab (tersiêre inrigtings) bv. praktiese sessies vir leerders	
2. TRAC PAC (skole), bv. praktiese sessies vir leerders by skole	

14. Programme soos TRAC is afhanklik van befondsing om die verskillende aktiwiteite te finansier veral die wat geassosieer word met vorige benadeelde gemeenskappe. Dui die verantwoordelikheid / moontlikheid van die volgende organisasies of groepe as bronne van finansiële ondersteuning aan programme soos TRAC. Gebruik syfers 1 tot 5. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

	Verantwoordelikheid	Moontlikheid
1. Industriële Organisasies (Rade, Institute, Verenigings, ens.)		
2. Privaat Maatskappye		
3. Semi-staat en Agentskappe		
4. Staatsdepartemente		
5. Internasionale Organisasies		
6. Tersiêre inrigtings		
7. Skole		
8. Leerders (ouers)		

15. Is daar enige belangrike onderwerpe wat ons nie aangeraak het in die onderhoud nie en wat u graag wil bespreek? Indien ja, brei uit asseblief.
-

TERSIERE INRIGTINGS SE BEHOEFTE EN MENINGS RAKENDE DIE ONDERRIG VAN NATUUR- EN TOEGEPASTE WETENSKAPPE OP SKOOLVLAK
TRAC SA NAVORSINGSPAN
Universiteit van Stellenbosch: Fakulteit Opvoedkunde

A. Doelstellings met hierdie vraelys

Om ondersoek in te stel na die verskillende behoeftes wat persone van tersiere inrigtings het omtrent:

- die onderrig van die vak natuur- en skeikunde op skoolvlak.
- die student wat toetree tot die tersiere inrigting.

Lees asseblief die onderstaande instruksies noukeurig deur.

1. Hierdie vraelys maak deel uit van 'n navorsingsprojek uitgevoer deur TRAC SA Navorsingspan.
2. Die sukses van die projek hang af van u goedgegunstige en heelhartige samewerking.
3. Die persoonlike inligting wat ons van u verlang sal **streng vertroulik** hanteer word.
4. In die beantwoording van sommige vrae word van 'n skaal van 1 tot 5 gebruik gemaak. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan). Vul die syfer van u keuse in die gegewe blokkies in.

B. Agtergrond oor die TRAC-program

Die TRAC-program is 'n innoverende manier om hoërskool leerders te help met wiskunde en wetenskap. Die program maak gebruik van rekenaar tegnologie om die leerders aan te moedig om 'n loopbaan in tegnologiese rigtings en spesifiek Vervoer en Siviele ingenieurswese te volg. Die hart van die TRAC-program is die TRAC PAC (Transport and Research Activity Centre), 'n stel opvoedkundige apparaat wat gebruik word om wiskundige en wetenskaplike begrippe te demonstreer, ontdek en vas te lê. Die pak sluit 'n aantal gestruktureerde eksperimente in wat gebaseer is op die skool sillabus. Ten einde skole wat nie deel is van die TRAC-program ook toegang te gee tot die hulpbron, het TRAC SA 'n TRAC-laboratorium by die Universiteit van Stellenbosch gevestig.

Voltooi asseblief die volgende tabel.

Naam	
Organisasie	
Posisie	
Datum van Onderhoud	
Plek	
Opvoedkundige / Professionele Agtergrond	

C. Vrae

1. Hoe lank is u verbonde aan die instansie en doseer u eerstejaars- / tweedejaars- / derdejaarstudente?

2. Met betrekking tot die aanpassing tussen skool en tersiere inrigtings ondervind eerstejaars bepaalde probleme. Dui met 'n syfer (1 tot 5) aan in hoe 'n mate studente tot die volgende aspekte probleme ervaar. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

1. Sosiale aanpassing	
2. Akademies (studievaardighede)	
3. Hantering van die volume werk	
4. Moeilikhedsgraad van die werk	
5. Onafhanklike uitvoer van opdragte	

3. Wat, volgens u mening, is die behoeftes wat persone van tersiere inrigtings het ten opsigte van natuur- en skeikunde-onderrig op skoolvlak?

4. Wat is die grootste kommer wat u as dosent het rondom die onderrig van natuur – en skeikunde op skoolvlak en die effek wat dit het op die student wat toetree tot die tersiere inrigting?

5. Dink u dat die huidige skoolstelsel leerders voldoende voorberei vir tersiere opleiding en beroepe in die wetenskap, ingenieurswese en tegnologie?

6. Het u enige idees / voorstelle oor hoe wetenskaponderwys op skoolvlak verbeter kan word?

7. 'n Lys van onderwerpe word in die onderstaande tabel voorsien. Dui met 'n syfer (1 tot 5) aan:
- die belangrikheid van die onderwerpe vir die leerder as student en
 - die huidige stand van die leerders se wetenskapkennis oor die onderwerpe
- vir pas gematrikuleerdes wat toetree tot die tersiële inrigtings. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Fisika (Newton se Wette, Meganika, Golf Teorie, ens.)		
2. Chemie (Boyle se Wet, Chemiese Reaksies, Chemiese Binding, ens.)		
3. wiskunde (Algebra en Meetkunde)		
4. wiskunde (Interpretasie van grafieke)		
5. Eksperimentele Prosesvaardighede bv. (waarneming, formulering van gevolgtrekkings en manipulerings van veranderlikes)		

8. Wat is u mening oor die inhoudelike kennis asook die kwaliteit van die kennis wat die student wat toetree tot die tersiële inrigting het, ten opsigte van natuur –en skeikunde?

9. Is u tevrede met die mate van begrip wat studente het ten opsigte van natuur- en skeikunde? Motiveer u antwoord asseblief.

10. Maak gebruik van 'n syfer (1 tot 5) en toon aan in hoe 'n mate die volgende aspekte kan bydra tot beter begrip by leerders van natuur- en skeikunde op skoolvlak. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

1. Effektiewe onderrigmetodes	
2. Kontekstualisering van teorie	
3. Goeie hersieningsprogramme	
4. Nasien van huiswerk	
5. Uitvoer van eksperimente	
6. Opvoedkundige uitstappies na tersiële inrigtings	
7. Opvoedkundige uitstappies na die industrie	
8. Gebruikmaking van goeie notas en onderwys hulpmiddels	
9. Onderwyser se begrip van die teorie	
10. Werk in groepe in die klas	

11. Die volgende is 'n lys van vaardighede wat leerders veronderstel is om op skoolvlak te ontwikkel. Dui met 'n syfer (1 tot 5):
- die belangrikheid van die vaardighede vir die leerder as student en
 - die huidige stand van die leerders se bemeestering van die vaardigheid
- vir pas gematrikuleerdes wat toetree tot die tersiële inrigtings. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Kommunikasievaardighede:skryfvaardighede (skryf van verslag)		
2. Kommunikasievaardighede:mondelings (aanbiedings)		
3. Sosiale vaardighede:(hantering van konflik)		
4. Werk in groepe		
5. Studievaardighede		
6. Laboratoriumvaardighede		
7. Onafhanklike beplanning en uitvoering van eksperimente		
8. Probleemoplossing		
9. Besluitnemingsvaardighede		
10. Samestelling en interpretasie van grafieke		
11. Verwerking van data		
12. Toegang tot informasie met behulp biblioteek		
13. Toegang tot informasie met behulp Internet		
14. Basiese kennis van rekenars		
15. Gebruik van 'n woordverwerker		
16. Gebruik van databasis		
17. Gebruikmaking van sigblaaie		
18. Gebruik maak van PowerPoint vir aanbiedinge		
19. Gebruikmaking van CAD (Computer Aided Design)		

12. Is daar enige vaardighede wat studente op skoolvlak behoort te ontwikkel wat nie in bostaande gelys is nie?

13. Het u enige idees oor hoe studente die vaardighede wat in vraag 11 en 12 gelys is, kan ontwikkel op skoolvlak?

14. 'n Groot persentasie van die natuur- en skeikunde-onderwysers voel nie voldoende toegerus om die vak te onderrig nie? Hoe dink u kan die probleem aangespreek word?
-
15. Dink u dat tersiêre inrigtings 'n verantwoordelikheid het om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke. Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem (befondsing, persoonlike tyd, tipe produkte of dienste werksinkels, ens)?
-
16. Watter faktore sal u of die tersiêre inrigting motiveer om ondersteuning te gee aan 'n skoolprogram / skoolprojek?
-
17. Wat verwag die tersiêre inrigtings terug vir die ondersteuning genoem in vraag 16?
-
18. Programme soos TRAC is betrokke by spesifieke areas van leerder en onderwyserhulpmiddelontwikkeling. Wat glo u moet die fokus areas van skoolprogramme soos TRAC wees, in die voorbereiding van leerders vir wetenskap, ingenieurswese en tegnologie-verwante beroepe? Gebruik 'n syfer 1 tot 5 (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

Ontwikkeling van Produkte	
1. Kurrikulummateriaal	
2. Sagteware	
3. Hardeware	
4. Samestelling van beroepsvoorligting-inligting	

Navorsing	
1. Ondersoek instel na die effektiwiteit van opvoedkundige tegnologie	
2. Openbare begrip (<i>public understanding</i>) van wetenskap, ingenieurswese en tegnologie	

Opleiding	
1. Onderwyseropleiding (TRAC-lab, werksinkels)	
2. Onderwyserondersteuning by skool	
3. Leerder werksinkels (TRAC-lab)	
4. Leerder onderrig in skole	

19. Programme soos TRAC is afhanklik van befondsing om die verskillende aktiwiteite te finansier, veral die wat geassosieer word met vorige benadeelde gemeenskappe. Dui die verantwoordelikheid / moontlikheid van die volgende organisasies of groepe om finansiële ondersteuning aan programme soos TRAC te gee. Gebruik syfers 1 tot 5. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

	Verantwoordelikheid	Moontlikheid
1. Industriële Organisasies (Rade, Institute, Verenigings, ens.)		
2. Privaat Maatskappye		
3. Semistaat en Agentskappe		
4. Staatsdepartemente		
5. Internasionale Organisasies		
6. Tersiere inrigtings		
7. Skole		
8. Leerders (ouers)		

20. Is daar enige belangrike onderwerpe wat ons nie aangeraak het in die onderhoud nie en wat u graag wil bespreek? Indien ja, brei uit asseblief.
-

**DIE ONDERWYSDEPARTEMENT SE BEHOEFTE EN MENINGS RAKENDE DIE ONDERRIG VAN NATUUR- EN TOEGEPASTE WETENSKAPPE OP SKOOLVLAK
TRAC SA NAVORSINGSPAN
Universiteit van Stellenbosch: Fakulteit Opvoedkunde**

A. Doelstellings met hierdie vraelys

Om ondersoek in te stel na die verskillende behoeftes wat die onderwysdepartement het:

- rakende die onderrig van die vak natuur- en skeikunde op skoolvlak.
- rakende die bekwaamheid van die natuur- en skeikunde-onderwyser.
- rakende die natuur- en skeikunde-leerder.

Lees asseblief die onderstaande instruksies noukeurig deur.

1. Hierdie vraelys maak deel uit van 'n navorsingsprojek uitgevoer deur TRAC SA Navorsingspan.
2. Die sukses van die projek hang af van u goedgunstige en heelhartige samewerking.
3. Die persoonlike inligting wat ons van u verlang sal **streng vertroulik** hanteer word.
4. In die beantwoording van sommige vrae word van 'n skaal van 1 tot 5 gebruik gemaak. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan). Vul die syfer van u keuse in die gegewe blokkies in.

B. Agtergrond oor die TRAC-program

Die TRAC-program is 'n innoverende manier om hoërskool leerders te help met wiskunde en wetenskap. Die program maak gebruik van rekenaar tegnologie om die leerders aan te moedig om 'n loopbaan in tegnologiese rigtings en spesifiek Vervoer en Siviele ingenieurswese te volg. Die hart van die TRAC-program is die TRAC PAC (Transport and Research Activity Centre), 'n stel opvoedkundige apparaat wat gebruik word om wiskundige en wetenskaplike begrippe te demonstreer, ontdek en vas te lê. Die pak sluit 'n aantal gestruktureerde eksperimente in wat gebaseer is op die skool sillabus. Ten einde skole wat nie deel is van die TRAC-program ook toegang te gee tot die hulpbron, het TRAC SA 'n TRAC-laboratorium by die Universiteit van Stellenbosch gevestig.

Voltooi asseblief die volgende tabel.

Naam	
Organisasie	
Posisie	
Datum van Onderhoud	
Plek	
Opvoedkundige / Professionele Agtergrond	

C. Vrae

1. Met in agneming u ondervinding by die onderwysdepartement wat is u opinie oor die huidige stand van wetenskap- en / natuur- en skeikunde-onderwys in Suid- Afrika?

2. Volgens betroubare literatuurbronne bestaan daar 'n krisis in die wetenskap- en / natuur- en skeikunde-onderwys. Wat is die departement se standpunt omtrent die stelling en indien 'n krisis wel bestaan wat word deur die departement gedoen om die krisis te probeer aanspreek?

3. Wat word deur die departement gedoen om vas te stel of wetenskap- en / natuur- en skeikunde-onderwysers voldoende toegerus is met die nodige kennis en vaardighede om die vak te onderrig?

4. Watter aksies word deur die departement geïnisieer en geïmplementeer om wetenskap- en / natuur- en skeikunde-onderwysers toe te rus om die vak beter te onderrig?

5. Wat is die departement se standpunt oor die betrokkenheid van Universiteite (tersiêre inrigtings) en ander organisasies by onderwyseropleiding?

6. Gebruik 'n ☒ en toon aan tot watter mate ander organisasies toegelaat word / genader word om betrokke te raak by die bepaling van onderwysbeleid. Verduidelik u antwoord asseblief.

1 = glad nie toegelaat, 3 = redelik en 5 = baie toegelaat.

1	2	3	4	5

7. Die verskillende rolspelers van onderwys is van mening dat hulle nie genoeg insae het in die beplanningsfase van die onderwys van die leerders nie, alhoewel daar sterk op hul gesteun word vir die finansiële ondersteuning van projekte. Gebruik 'n ☒ en toon aan u opinie oor die industrie se betrokkenheid by onderwys? Verduidelik u antwoord asseblief.

1 = geen betrokkenheid, 3 = redelik en 5 = baie betrokke.

1	2	3	4	5

8. Gebruik 'n ☒ en toon aan u mening omtrent die verantwoordelik van industrie om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke.

1 = nie betrokke 2 = slegs op primêre vlak 3 = slegs op sekondêre vlak 4 = slegs op tersiêre vlak 5 = alle vlakke

1	2	3	4	5

9. Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem (befondsing, persoonlike tyd, tipe produkte of dienste soos werksinkels, ens)?

10. Volgens statistiek het die leerdergetalle in natuur- en skeikunde HG die afgelope jare afgeneem. Het u enige idees hoekom dit die geval is en is daar enige aksies van die onderwysdepartement se kant om hierdie wesentlike probleem aan te spreek?

11. 'n Lys van onderwerpe word in die onderstaande tabel voorsien. Dui met 'n syfer (1 tot 5) aan:

- die belangrikheid van die onderwerpe vir die leerder en
 - u mening oor die huidige stand van die gemiddelde leerder se wetenskaplike kennis oor die volgende onderwerpe
- (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan).

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Fisika (Newton se Wette, Meganika, Golf Teorie, ens.)		
2. Chemie (Boyle se Wet, Chemiese Reaksies, Chemiese Binding, ens.)		
3. wiskunde (Algebra en Meetkunde)		
4. wiskunde (Interpretasie van grafieke)		
5. Eksperimentele Prosesvaardighede bv. (waarneming, formulering van gevolgtrekkings en manipulering van veranderlikes)		

12. Gebruik 'n ☒ en toon aan tot watter mate leerders probleme ondervind met die inhoud van natuur- en skeikunde?

1 = baie probleme 3 = redelik 5 = geen probleme

1	2	3	4	5

13. Gebruik 'n ☒ en toon aan u mening omtrent die gemiddelde leerder se begrip ten opsigte van natuur- en skeikunde het. Motiveer u antwoord asseblief.

1 = geen begrip 3 = redelik 5 = goeie begrip

1	2	3	4	5

14. Maak gebruik van 'n syfer (1 tot 5) en toon aan in hoe 'n mate die volgende aspekte kan bydra tot beter begrip by leerders van natuur- en skeikunde op skoolvlak. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

1. Effektiewe onderrigmetodes	
2. Kontekstualisering van teorie	
3. Goeie hersieningsprogramme	
4. Alternatiewe benaderings oor die nasien van huiswerk.	
5. Uitvoer van eksperimente	
6. Opvoedkundige uitstappies na tersiêre inrigtings	
7. Opvoedkundige uitstappies na die industrie	
8. Gebruikmaking van goeie notas, handboeke, leermateriaal	
9. Onderwyser se begrip van die teorie	
10. Werk in groepe in die klas	

15. Die volgende is 'n lys van vaardighede wat leerders veronderstel is om op skoolvlak te ontwikkel. Dui met 'n syfer (1 tot 5):
- die belangrikheid van die vaardighede vir die leerder en
 - die huidige stand van die leerders se bemeestering van die vaardigheid.
- (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Kommunikasievaardighede:skryfvaardighede (skryf van verslae)		
2. Kommunikasievaardighede:mondelings (aanbieding)		
3. Sosiale vaardighede:(hantering van konflik)		
4. Werk in groepe		
5. Studievaardighede		
6. Laboratoriumvaardighede		
7. Onafhanklike beplanning en uitvoering van eksperimente		
8. Probleemoplossing		
9. Besluitnemingsvaardighede		
10. Samestelling en interpretasie van grafieke		
11. Verwerking van data		
12. Toegang tot informasie met behulp biblioteek		
13. Toegang tot informasie met behulp Internet		
14. Gebruik van 'n woordverwerker		
15. Gebruik van databasis		
16. Gebruikmaking van sigblaaie		
17. Gebruik maak van PowerPoint vir aanbiedinge		
18. Basiese kennis van rekenaars		

16. Is daar enige vaardighede wat leerders op skoolvlak behoort te ontwikkel wat nie in bostaande lys is nie?

17. Het u enige idees oor hoe leerders die vaardighede wat in vraag 14 en 18 gelys is, op skoolvlak kan ontwikkel?

18. Maak gebruik van 'n ☒ en toon aan u opinie omtrent of leerders voldoende op skoolvlak voorberei word vir die verwagtings wat die tersiële inrigtings asook die industrie aan hulle gaan stel.

1= nie voldoende 3 = redelik 5 = voldoende

1	2	3	4	5

19. Programme soos TRAC is betrokke by spesifieke areas van onderrig-leerhulpmiddelontwikkeling. Wat glo u moet die fokusareas van skoolprogramme soos TRAC wees, in die voorbereiding van leerders vir wetenskap, ingenieurswese en tegnologie-verwante beroepe? Maak gebruik van 'n syfer 1 tot 5 en toon:
- die belangrikheid van die volgende hoofkategorieë en
 - daarna die belangrikheid van elke onderafdeling van die hoofkategorieë aan.
- (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

Ontwikkeling van Produkte	
1. Kurrikulummateriaal	
2. Sagteware	
3. Hardeware	
4. Samestelling van beroepsvoorligting-inligting	

Navorsing	
1. Onderzoek instel na die effektiwiteit van opvoedkundige tegnologie	
2. Onderzoek leerders se algemene begrip (<i>public understanding</i>) van wetenskap, ingenieurswese en tegnologie	

Opleiding	
1. Onderwyseropleiding (TRAC-lab, werksinkels)	
2. Onderwyserondersteuning by skool	
3. Leerder werksinkels (TRAC-lab)	
4. Leerder onderrig in skole	

20. Is daar enige belangrike onderwerpe wat ons nie aangeraak het in die onderhoud nie en wat u graag wil bespreek? Indien ja, brei uit asseblief.

**ONDERWYSERS SE BEHOEFTE EN MENINGS RAKENDE DIE ONDERRIG VAN NATUUR- EN TOEGEPASTE
WETENSKAPPE OP SKOOLVLAK
TRAC SA NAVORSINGSPAN
Universiteit van Stellenbosch: Fakulteit Opvoedkunde**

A. Doelstellings met hierdie vraelys:

Om ondersoek in te stel na die verskillende behoeftes:

- wat die natuur- en skeikunde-onderwysers het rakende die onderrig van die vak natuur- en skeikunde op skoolvlak.
- asook menings wat die natuur- en skeikunde-onderwyser het ten opsigte van die natuur- en skeikunde-leerder.
- wat die natuur- en skeikunde-onderwyser het met betrekking tot die uitreiking na die leerder.
- natuur- en skeikunde-onderwys in te win.

Lees asseblief die onderstaande instruksies noukeurig deur.

1. Hierdie vraelys maak deel uit van 'n navorsingsprojek uitgevoer deur TRAC SA Navorsingspan.
2. Die sukses van die projek hang af van u goedgegunstige en heelhartige samewerking.
3. Die persoonlike inligting wat ons van u verlang sal **streng vertroulik** hanteer word.
4. In die beantwoording van sommige vrae word van 'n skaal van 1 tot 5 gebruik gemaak. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan). Vul die syfer van u keuse in die gegewe blokkies in.

B. Agtergrond oor die TRAC-program

Die TRAC-program is 'n innoverende manier om hoërskool leerders te help met wiskunde en wetenskap. Die program maak gebruik van rekenaar tegnologie om die leerders aan te moedig om 'n loopbaan in tegnologiese rigtings en spesifiek Vervoer en Siviele ingenieurswese te volg. Die hart van die TRAC-program is die TRAC PAC (Transport and Research Activity Centre), 'n stel opvoedkundige apparaat wat gebruik word om wiskundige en wetenskaplike begrippe te demonstreer, ontdek en vas te lê. Die pak sluit 'n aantal gestruktureerde eksperimente in wat gebaseer is op die skool sillabus. Ten einde skole wat nie deel is van die TRAC-program ook toegang te gee tot die hulpbron, het TRAC SA 'n TRAC-laboratorium by die Universiteit van Stellenbosch gevestig.

Voltooi asseblief die volgende tabel.

Naam	
Organisasie	
Posisie	
Datum van Onderhoud	
Plek	
Opvoedkundige / Professionele Agtergrond	

C. Vrae

Hoe lank is u verbonde aan die skool en watter grade onderrig u?

I. Vrae aangaande leerders

1. Wat is die grootste kommer wat u as onderwyser het rondom die onderrig van natuur – en skeikunde op skoolvlak en die effek wat dit op die leerders het?
2. Wat volgens u is die grootste behoefte wat die leerder rondom natuur- en skeikunde as vak het?
3. Watter probleme ondervind u aangaande die leerder in die natuur – en skeikunde-klas ten opsigte van hul houding met betrekking tot die vak?
4. Volgens u mening waarmee ondervind die leerder in die natuur- en skeikunde-klaskamer die meeste probleme? Dui met behulp van 'n syfer (1 tot 5) aan. (1 dui min probleme en 5 dui baie probleme aan).

1. Onderrigmetodes	
2. Akademies (studievaardighede)	
3. Hantering van die volume werk	
4. Moeilikeitsgraad van die werk	
5. Onafhanklike uitvoer van opdragte	
6. Interpretasie van basiese vakkennis	
7. Toepassing van die vakkennis	
8. Die tersaaklikheid van die teorie in die moderne samelewing	

5. Maak gebruik van 'n ☒ en toon aan u mening omtrent of die huidige skoolstelsel leerders voldoende voorberei vir tersiële opleiding en beroepe in die wetenskap, ingenieurswese en tegnologie?

1 = nie voldoende 3 = redelik 5 = voldoende				
1	2	3	4	5

6. 'n Lys van onderwerpe word in die onderstaande tabel voorsien. Dui met 'n syfer (1 tot 5) aan:
- die belangrikheid van die onderwerpe vir die leerder en
 - die huidige stand van die leerders se wetenskapkennis oor die onderwerpe
- (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Fisika (Newton se Wette, Meganika, Golf Teorie, ens.)		
2. Chemie (Boyle se Wet, Chemiese Reaksies, Chemiese Binding, ens.)		
3. wiskunde (Algebra en Meetkunde)		
4. wiskunde (Interpretasie van grafieke)		
5. Eksperimentele Prosesvaardighede bv. (waarneming, formulering van gevolgtrekkings en manipulerings van veranderlikes)		

7. Gebruik 'n ☒ en toon aan u mening omtrent tot watter mate leerders probleme ondervind met die inhoud van natuur- en skeikunde.

1 = geen probleme 3 = redelik 5 = baie probleme				
1	2	3	4	5

8. Gebruik 'n ☒ en toon aan u mening omtrent die leerders se begrip ten opsigte van natuur- en skeikunde. Motiveer u antwoord asseblief.

1 = goeie begrip 3 = redelik 5 = geen begrip				
1	2	3	4	5

9. Maak gebruik van 'n syfer (1 tot 5) en toon aan in hoe 'n mate die volgende aspekte kan bydra tot beter begrip by leerders van natuur- en skeikunde op skoolvlak. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

1. Effektiewe onderrigmetodes	
2. Kontekstualisering van teorie	
3. Goeie hersieningsprogramme	
4. Nasien van huiswerk	
5. Uitvoer van eksperimente	
6. Opvoedkundige uitstappies na tersiële inrigtings	
7. Opvoedkundige uitstappies na die industrie	
8. Gebruikmaking van goeie notas en onderwys hulpmiddels	
9. Werk in groepe in die klas	

10. Die volgende is 'n lys van vaardighede wat leerders op skoolvlak kan ontwikkel. Dui met 'n syfer (1 tot 5):
- die belangrikheid van die vaardighede vir die leerder en
 - die huidige stand van die leerders se bemeestering van die vaardigheid aan
- (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Kommunikasievaardighede:skryfvaardighede (skryf van verslag)		
2. Kommunikasievaardighede:mondelings (aanbiedings)		
3. Sosiale vaardighede:(hantering van konflik)		
4. Werk in groepe		
5. Studievaardighede		
6. Laboratoriumvaardighede		
7. Onafhanklike beplanning en uitvoering van eksperimente		
8. Probleemoplossing		
9. Besluitnemingsvaardighede		
10. Samestelling en interpretasie van grafieke		
11. Verwerking van data		
12. Toegang tot informasie met behulp biblioteek		
13. Toegang tot informasie met behulp Internet		
14. Basiese kennis van rekenars		
15. Gebruik van 'n woordverwerker		
16. Gebruik van databasis		

17. Gebruikmaking van sigblaai		
18. Gebruik maak van PowerPoint vir aanbiedinge		

11. Is daar enige vaardighede wat leerders op skoolvlak behoort te ontwikkel wat nie in bostaande lys is nie?
12. Het u enige idees oor hoe leerders die vaardighede wat in vraag 10 en 11 gelys is, op skoolvlak kan ontwikkel?

II. Vrae ten opsigte van onderwysers

Dit is bekend dat onderwysers in die uitvoering van hulle pligte bepaalde probleme ondervind. Gebruik 'n ☒ en toon aan in hoe 'n mate jy met die volgende probleme ondervind.

1. Die natuur- en skeikunde-vakinhoud? Verduidelik asseblief.

1 = geen probleme 3 = redelik 5 = baie probleme

1	2	3	4	5

2. Die vakinhoud vir die leerders meer relevant te onderrig. Verduidelik asseblief.

1 = geen probleme 3 = redelik 5 = baie probleme

1	2	3	4	5

3. Om die teorie te verduidelik alhoewel u dit verstaan. Verduidelik asseblief.

1 = geen probleme 3 = redelik 5 = baie probleme

1	2	3	4	5

4. Die doen van demonstrasies in natuur- en skeikunde? Verduidelik asseblief.

1 = geen probleme 3 = redelik 5 = baie probleme

1	2	3	4	5

5. Die aanbieding van leerderpraktika. Verduidelik asseblief.

1 = geen probleme 3 = redelik 5 = baie probleme

1	2	3	4	5

6. Die gebruik van rekenaargebaseerde tegnologie in die onderrigproses?

1 = geen probleme 3 = redelik 5 = baie probleme

1	2	3	4	5

7. 'n Groot persentasie van die natuur- en skeikunde-onderwysers voel nie voldoende toegerus om die vak te onderrig nie. Gebruik 'n ☒ en toon aan tot watter mate u met die stelling saamstem.

1 = stem nie saam 3 = stem geredelik saam 5 = stem heeltemal saam

1	2	3	4	5

8. Het u enige idees / voorstelle oor hoe wetenskaponderwys op skoolvlak verbeter kan word?

III. Vrae ten opsigte van ander Instansies/ Programme betrokke by Onderwys

1. Dink u dat tersiêre inrigtings 'n verantwoordelikheid het om betrokke te raak by onderwys op alle vlakke. Watter vorm moet die betrokkenheid aanneem (befondsing, persoonlike tyd, tipe produkte of dienste werksinkels, ens)?

2. Programme soos TRAC is betrokke by spesifieke areas van onderrigleerhulpmiddel-ontwikkeling. Wat glo u moet die fokusareas van skoolprogramme soos TRAC wees, in die voorbereiding van leerders vir wetenskap, ingenieurswese en tegnologie-verwante beroepe? Maak gebruik van 'n syfer 1 tot 5 en toon:

- die belangrikheid van die volgende hoofkategorieë en
- daarna die belangrikheid van elke onderafdeling van die hoofkategorieë aan.

(1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan)

Ontwikkeling van Produkte	
1. Kurrikulummateriaal	
2. Sagteware	
3. Hardeware	
4. Samestelling van beroepsvoorligting-inligting	

Navorsing	
1. Onderzoek instel na die effektiwiteit van opvoedkundige tegnologie	
2. Onderzoek leerders se algemene begrip (<i>public understanding</i>) van wetenskap, ingenieurswese en tegnologie	

Opleiding	
1. Onderwyseropleiding (TRAC-lab, werksinkels)	
2. Onderwyserondersteuning by skool	
3. Leerder werksinkels (TRAC-lab)	
4. Leerder onderrig in skole	

3. Is daar enige belangrike onderwerpe wat ons nie aangeraak het in die onderhoud nie wat u graag wil bespreek? Indien ja, brei uit asseblief.

**LEERDERS SE BEHOEFTE EN MENINGS RAKENDE DIE ONDERRIG VAN NATUUR- EN TOEGEPASTE
WETENSAPPE OP SKOOLVLAK
TRAC SA NAVORSINGSPAN
Universiteit van Stellenbosch: Fakulteit Opvoedkunde**

A. Doelstellings met hierdie vraelys:

Om vas te stel wat leerders se behoeftes is rakende die:

- vak natuur- en skeikunde
- manier van onderrig en
- toepaslikheid van die vak.

Lees asseblief die onderstaande instruksies noukeurig deur.

1. Hierdie vraelys maak deel uit van 'n navorsingsprojek uitgevoer deur TRAC SA Navorsingspan.
2. Die sukses van die projek hang af van u goedgegunstige en heelhartige samewerking.
3. Die persoonlike inligting wat ons van u verlang sal **streng vertroulik** hanteer word.
4. In die beantwoording van sommige vrae word van 'n skaal van 1 tot 5 gebruik gemaak. (1 dui 'n lae- en 5 'n hoë waarde aan). Vul die syfer van u keuse in die gegewe blokkies in.

B. Agtergrond oor die TRAC-program

Die TRAC-program is 'n innoverende manier om hoërskool leerders te help met wiskunde en wetenskap. Die program maak gebruik van rekenaar tegnologie om die leerders aan te moedig om 'n loopbaan in tegnologiese rigtings en spesifiek Vervoer en Siviele ingenieurswese te volg. Die hart van die TRAC-program is die TRAC PAC (Transport and Research Activity Centre), 'n stel opvoedkundige apparaat wat gebruik word om wiskundige en wetenskaplike begrippe te demonstreer, ontdek en vas te lê. Die pak sluit 'n aantal gestruktureerde eksperimente in wat gebaseer is op die skool sillabus. Ten einde skole wat nie deel is van die TRAC-program ook toegang te gee tot die hulpbron, het TRAC SA 'n TRAC-laboratorium by die Universiteit van Stellenbosch gevestig.

Voltooi asseblief die volgende tabel.

Naam	
Geslag	
Naam van Skool	
Graad	
Datum	
Plek	
Medium van Onderrig	

C. Vrae

I. Beroepsgeoriënteerde vrae

1. Watter beroep sal jy graag in die toekoms wil volg?

2. Hoe goed is jy ingelig omtrent jou toekomstige beroep?

3. Weet jy hoe lank die tersiële opleiding is van die kursus wat jy beplan om te volg?

4. Weet jy watter vakkeuses jy op skoolvlak moet maak en op watter graad die vakke gedoen moet word?

5. Het jy al enige persone van die industrie gekontak oor inligting oor die beroep?

6. Het jy al enige besoeke aan die industrie gedoen om te sien wat jou toekomstige beroep behels?

II. Vrae gebaseer op die vak natuur- en skeikunde

1. Wat was jou grootste motivering om natuur- en skeikunde as vak te kies?

2. Maak gebruik van 'n ☒ en toon in die gegewe blokkie aan in hoe 'n mate jou idee / opvatting / verwagting omtrent die vak verander sedert jy natuur- en skeikunde begin doen het? Verduidelik jou antwoord in die gegewe ruimte.

Niks verander nie

1	2	3	4	5

Heeltemal verander

3. Maak gebruik van 'n syfer (1 tot 5) en toon aan in hoe 'n mate van die volgende aspekte in die natuur- en skeikunde klas gebruik gemaak word.

1 = altyd, 2 = gereeld, 3 = soms, 4 = selde, 5 = nooit

1. Verskillende interessante onderrigmetodes word gebruik	
2. Daar word toepassings van die teorie in die alledaagse lewe gegee.	
3. Hersieningsprogramme word gebruik	
4. Huiswerk word nagesien	
5. Eksperimente word deur leerders uitgevoer	
6. Onderwysers doen demonstrasies	
7. Daar word opvoedkundige uitstappies na tersiêre inrigtings onderneem	
8. Daar word opvoedkundige uitstappies na die industrie onderneem	
9. Daar word van goeie notas en hulpmiddels gebruik gemaak.	
10. Daar word in groepe in die klas gewerk	

Dui met behulp van 'n ☒ in die gegewe blokkie aan in hoe 'n mate:

4. Jy probleme ondervind met natuur- en skeikunde as vak?

Geen probleme nie

1	2	3	4	5

Baie probleme

Watter tipe probleme jy ondervind?

5. Die natuur- en skeikunde-inhoud in die klas enigsins betrekking het op die alledaagse lewe?

Geensins betrekking

1	2	3	4	5

Baie betrekking

Motiveer asseblief.

6. Jy probleme ondervind met die manier waarop die vak aangebied / onderrig / verduidelik word? Verduidelik asseblief.

Geen probleme nie

1	2	3	4	5

Baie probleme

7. Watter faktore / handeling / gebeure help jou om die werk wat julle in die klas doen, beter te kan verstaan / begryp?

8. Wat doen jy self om die werk wat jy in die natuur –en skeikunde klas doen beter te verstaan / begryp?

9. Het jy enige idees oor hoe die vak aangebied kan word sodat dit vir jou meer relevant / interessant sal wees?

10. Hoe dink jy kan natuur- en skeikunde-onderrig verbeter word?

11. Wat is jou behoeftes rondom natuur- en skeikunde as vak?

12. Hoe dink jy kan bogenoemde behoeftes aangespreek word?

III. Vrae ten opsigte van vaardighede

1. Die volgende is 'n lys van vaardighede wat jy as leerder op skoolvlak behoort te / kan ontwikkel. Dui met 'n syfer 1 tot 5 (1 dui 'n lae en 5 'n hoë waarde aan) :

- die belangrikheid van die vaardigheid vir jou as leerder en
- die huidige stand van die vaardighede by jou as leerder (hoe goed het jy die vaardigheid bemeester)

	Belangrikheid	Huidige stand
1. Kommunikasievaardighede:skryfvaardighede (skryf van verslag)		
2. Kommunikasievaardighede:mondelings (aanbiedings)		
3. Sosiale vaardighede:(hantering van konflik)		
4. Werk in groepe		

5. Studievaardighede		
6. Laboratoriumvaardighede		
7. Onafhanklike beplanning en uitvoering van eksperimente		
8. Probleemoplossing		
9. Besluitnemingsvaardighede		
10. Samestelling en interpretasie van grafieke		
11. Verwerking van data		
12. Toegang tot informasie met behulp biblioteek		
13. Toegang tot informasie met behulp Internet		
14. Basiese kennis van rekenaars		
15. Gebruik van 'n woordverwerker		
16. Gebruik van databasis		
17. Gebruikmaking van sigblaaie		
18. Gebruik maak van PowerPoint vir aanbiedinge		

2. Is daar enige ander vaardighede wat jy as belangrik ervaar wat nie in die bostaande lys voorkom nie?

3. Het jy enige idees oor hoe die vaardighede gelys in vraag 1 en 2 ontwikkel kan word op skoolvlak?

IV. Vrae ten opsigte van die TRAC-program

1. Dui aan hoeveel keer jy al op die TRAC-program gewerk het?

Maak gebruik van 'n syfer (1 tot 5) en dui aan in hoe 'n mate jy met die volgende probleme ondervind. (1 dui aan min probleme en 5 baie probleme)

1. Hantering en gebruik van rekenaar sonder die hulp van die Instrukteur	
2. Hantering en gebruik van die eksperimentele apparaat sonder die hulp van die Instrukteur	
3. Werk met TRAC SAgeware sonder die hulp van die Instrukteur	
4. Verstaan van instruksies om die eksperiment te kan uitvoer	
5. Uitvoer van eksperiment in groepsverband	
6. Verstaan van resultate wat gegenereer word	
7. Voorstelling van data met behulp van 'n tabel	
8. Voorstelling van data met behulp van 'n grafiek	
9. Interpretasie van resultate	

Maak gebruik van 'n ☒ en toon in die gegewe blokkie aan in hoe 'n mate:

2. Die eksperimente wat jy op die TRAC-program gedoen het, gehelp het om die natuur- en skeikunde beter te verstaan?

Min Gehelp

1	2	3	4	5

Baie gehelp

3. Die eksperimente wat jy op die TRAC-program gedoen het, gehelp het om die teorie meer relevant te maak?

Min Gehelp

1	2	3	4	5

Baie gehelp

4. Die tyd wat beskikbaar was om die eksperiment te doen, voldoende was?

Te min tyd

1	2	3	4	5

Te veel tyd

5. Jy probleme ondervind het met die uitvoering van die eksperimente op die TRAC-program?

Min probleme

1	2	3	4	5

Baie probleme

Watter tipe probleme jy ondervind het?

6. Jy probleme ondervind het met die gebruik van die rekenaar.

Min probleme

1	2	3	4	5

Baie probleme

Watter tipe probleme het jy ondervind het?

7. Die instruksies op die werkkaarte duidelik genoeg gestel was sodat jy die eksperiment sonder die hulp van die instrukteur kon uitvoer?

Onduidelik

1	2	3	4	5

Baie duidelik

8. Die vrae op die werkkaarte duidelik genoeg gestel was sodat jy dit op jou eie of in die groep kon beantwoord?

Onduidelik

1	2	3	4	5

Baie duidelik

9. Die taalgebruik wat in die werkkaarte gebruik was duidelik en verstaanbaar was?

Onduidelik

1	2	3	4	5

Baie duidelik

10. Die TRAC-program in die klaskamer gebruik kan word om die teorie makliker verstaanbaar te maak?

Min Help

1	2	3	4	5

Baie Help

11. Geniet het om op die TRAC-program te werk?

Min geniet

1	2	3	4	5

Baie geniet

Maak gebruik van 'n ☒ en toon aan in die gegewe blokkie:

12. Hoe gereeld julle prakties doen in die klas?

Nooit

1	2	3	4	5

Altyd

13. Hoe gereeld julle in groepe in die klas werk?

Nooit

1	2	3	4	5

Altyd

14. Is daar enige belangrike onderwerpe wat ons nie aangeraak het in die onderhoud nie en wat jy graag wil bespreek? Indien ja, brei uit asseblief.
-

INDUSTRY'S NEEDS AND VIEWS ON INSTRUCTION OF PHYSICAL AND APPLIED SCIENCES, AT SCHOOL LEVEL
TRAC SA RESEARCH TEAM
University of Stellenbosch: Faculty of Education

A. Objectives of the questionnaire:

- to identify industry needs regarding the instruction of physical science at secondary school level.
- to test private sector opinion regarding the current state of science education.

Please read the following instructions before proceeding.

1. This questionnaire forms part of a research project conducted by the TRAC SA Research Team.
2. The success of the project depends on the honest response of interviewees.
3. Personal information will be treated as confidential.
4. In some questions a scale of 1 to 5 is used. (1 indicates a low and 5 a high rating). Fill in the number of your choice in the given space.

B. Background of the TRAC-programme

The TRAC (TRAnsportation and Civil Engineering) Programme is an innovative way of enhancing science and mathematics for high school learners, by means of computer technology. The aim is to stimulate interest in applied science, enabling and encouraging school leavers to enter technological careers. At the heart of the TRAC-programme is the TRAC PAC (Transport Research Activity Centres), an educational tool used to support the teaching of mathematics and science. The activities have been designed to complement the structured school syllabus. The first TRAC-lab has been developed at the University of Stellenbosch to give a wider section of the school going community access to this technology.

Please complete the following table.

Name	
Organisation	
Position	
Interview date	
Place	
Educational / Professional Background	
Core business of organisation	

C. Questions

1. Do you think the present schooling system prepares learners adequately for tertiary education and / or careers in the fields of science, engineering and technology?

2. Do you have any ideas / suggestions on how science education could be improved at school level?

3. A list of topics is provided in the table below. Indicate the importance and current state of the subject knowledge of new employees entering the private sector using values 1 to 5. (1 indicates a low and 5 a high rating)

	Importance	Current state
1. Physics (Newton's Laws, Mechanics, Wave Theory, etc.)		
2. Chemistry (Boyles Law, Chemical Reactions, Chemical Bonding, etc.)		
3. Mathematics (Algebra and Geometry)		
4. Mathematics (Graph Interpretation)		
5. Experimental Processes skills e.g. (observe, drawing conclusions, control of variables, e.g.)		

4. A list of skills, which learners could develop at school level, is provided in the table below. Indicate the importance and current state of the skills of new employees entering the private sector in this table using values from 1 to 5. (1 indicates a low and 5 a high rating).

	Importance	Current state
1. Communication skills: written (report writing)		
2. Communication skills: oral (presentations)		
3. Social skills (e.g. handling conflict)		
4. Working in groups		
5. Study skills		
6. Laboratory skills		
7. Independent planning and performance of experiments		
8. Problem solving		
9. Decision-making skills		
10. Constructing and interpreting graphs		
11. Processing of data		
12. Accessing of information with the help of a library		
13. Accessing of information with the help of Internet		
14. Using a word processor		

15. Using a database		
16. Using spread sheets		
17. Using PowerPoint for presentations		
18. Basic knowledge of Windows		
19. Using CAD (Computer Aided Design) packages		

5. Are there any other skills that you feel that learners should develop at school level that are not mentioned in the above list?
-
6. Do you have any ideas as to how learners could further develop skills listed under question 4 and 5?
-
7. What characteristics does your company look for in new employees?
-
8. SET (Science, Engineering and Technology) and related disciplines are perceived by learners to be very difficult. Can industry play a role in correcting this image and, if so, what would you recommend?
-
9. Do you believe that the industry has a responsibility to get involved with education on all levels? What form should this involvement take?
-
10. What factors would motivate you (or your company) to provide support to a school programme / project?
-
11. What form would this support take? (funding, personnel time, in kind products or services, learner vacation internship etc).
-
12. What does industry expects in return for the support listed in question 11?
-
13. Programs like TRAC-are involved in specific areas of learner and teacher aid development. What do you believe the focus areas should be of school programmes, like TRAC, in preparing learners for Science, Engineering and Technology related Careers. Using values (1 to 5) and indicate
- firstly the importance of the following major categories and then
 - the importance of each sub category
- (1 indicates a low and 5 a high rating).

Product Development	
1. Curriculum Material	
2. Software	
3. Hardware	
4. Compiling vocational information	

Research	
1. Investigate the effectiveness of education technology	
2. Investigate public understanding of Science, engineering and Technology	

Training	
1. Teacher Training (TRAC-lab, workshops)	
2. On- site teacher support (contact during school time)	
3. Learner Workshops (TRAC-lab)	
4. Learner instruction in Schools	

Capacity Building of Teachers	
1. TRAC lab (tertiary institutions) etc. teacher training	
2. TRAC PAC (schools) on- site teacher training	

Capacity Building of Learners	
1. TRAC lab (tertiary institutions)	
2. TRAC PAC (schools)	

14. Programmes like TRAC-rely on external funding to support many of their activities, especially those associated with previously disadvantage communities. Indicate the responsibility and feasibility of the following organisations or groups as sources of financial support for programmes like TRAC. Use values 1 to 5. (1 indicates a low and 5 a high rating)

	Responsibility	Feasibility
1. Industrial Organisations (Councils, Institutes, Associations, etc)		
2. Private Companies		
3. Parastatals and Agencies		
4. Government Departments		
5. International Organisations		
6. Tertiary Institutions		
7. Schools		
8. Learners (Parents)		

15. Are there any important issues that we have not touched on in this interview? If so, please elaborate?
-

**TERTIARY INSTITUTIONS' NEEDS AND VIEWS ON INSTRUCTION OF PHYSICAL AND APPLIED SCIENCES, AT
SCHOOL LEVEL**

TRAC SA RESEARCH TEAM

University of Stellenbosch: Faculty of Education

A. Objectives of the Questionnaire

To investigate the needs of people from tertiary institutions regarding the:

- instruction of Physical Science at school level.
- students entering the tertiary institution.

Please read the following instructions before proceeding.

1. This questionnaire forms part of a research project conducted by the TRAC SA Research Team.
2. The success of the project depends on the honest response of interviewees.
3. Personal information will be treated as confidential.
4. In some questions a scale of 1 to 5 is used. (1 indicates a low and 5 a high rating). Fill in the number of your choice in the given space.

B. Background of the TRAC-programme

The TRAC (TRAnspiration and Civil Engineering) Programme is an innovative way of enhancing science and mathematics for high school learners, by means of computer technology. The aim is to stimulate interest in applied science, enabling and encouraging school leavers to enter technological careers. At the heart of the TRAC-programme is the TRAC PAC (Transport Research Activity Centres), an educational tool used to support the teaching of mathematics and science. The activities have been designed to complement the structured school syllabus. The first TRAC-lab has been developed at the University of Stellenbosch to give a wider section of the school going community access to this technology.

Please complete the following table.

Name	
Organisation	
Position	
Interview date	
Place	
Educational / Professional Background	

C. Questions

1. How long have you been involved at the institution and do you lecture to first, second or third years?

2. With the adaptation between school and tertiary institutions, first year students experience problems. Indicate with a number (1 to 5) how students experience problems regarding the following aspects. (1 indicates a low and 5 a high rating).

1. Social Adaptation	
2. Academic (study skills))	
3. Handling big volumes work	
4. Difficult level of work	
5. Independent performing of assignments	

3. What is your opinion on the needs of persons at tertiary institutions regarding the instruction of Physical Science at school?

4. What is the major concern that you as a lecturer have regarding the instruction of physical science at school level and the effect that it has on the student entering the tertiary institution?

5. Do you think that the current school system prepares learners adequately for tertiary training and / careers in the science, engineering and technology fields?

6. Do you have any ideas / suggestions on how science education can be improved at school level?

7. A list of topics is provided in the table below. Using values 1 to 5 and indicate:
 - the importance of the subject knowledge of the learner as student and
 - the subject knowledge of matriculants entering the tertiary institution
 (1 indicates a low and 5 a high rating)

	Importance	Current state
1. Physics (Newton's Laws, Mechanics, Wave Theory, etc.)		
2. Chemistry (Boyles Law, Chemical Reactions, Chemical Bonding, etc.)		
3. Mathematics (Algebra and Geometry)		
4. Mathematics (Graph Interpretation)		

5.	Experimental Processes skills e.g. (observe, drawing conclusions, control of variables, e.g.)		
----	---	--	--

8. What is your opinion about the content, as well as the quality of Physical Science knowledge of the student entering the tertiary institution?
-

9. Are you satisfied with the students' understanding of Physical Science? Please motivate your answer.
-

10. Indicate with a number (1 to 5) how the following could help to develop a better understanding of Physical Science at school level. (1 indicates a low and 5 a high rating).

1.	Effective Instruction methods	
2.	Contextualising of theory	
3.	Effective Revision Programmes	
4.	Marking of Home work	
5.	Carrying out of Experiments	
6.	Educational excursions to Tertiary Institutions	
7.	Educational excursions to Industry	
8.	Use of good notes	
9.	Teachers' understanding of the theory	
10.	Working in groups in class	

11. A list of skills, which learners could develop at school level, is provided in the table below. Using values from 1 to 5 (1 indicates a low and 5 a high rating) to indicate the:

- importance of the skills for the learner as a student and
- the current state of the learners' mastering of the skill

for new matriculants entering the tertiary institutions.

	Importance	Current state
1.	Communication skills: written (report writing)	
2.	Communication skills: oral (presentations)	
3.	Social skills (e.g. handling conflict)	
4.	Working in groups	
5.	Study skills	
6.	Laboratory skills	
7.	Independent planning and performance of experiments	
8.	Problem solving	
9.	Decision-making skills	
10.	Constructing and interpreting graphs	
11.	Processing of data	
12.	Accessing of information with the help of a library	
13.	Accessing of information with the help of Internet	
14.	Using a word processor	
15.	Using a database	
16.	Using spread sheets	
17.	Using PowerPoint for presentations	
18.	Basic knowledge of Windows	
19.	Using CAD (Computer Aided Design) packages	

12. Are there any other skills that students should develop at school level that are not mentioned in the above list?
-

13. Do you have any ideas on how students could develop the skills listed in questions 11 and 12 at school level?
-

14. A large percentage of Physical Science teachers feel inadequately equipped to teach the subject. How can this problem be addressed?
-

15. Do you believe that tertiary institutions have a responsibility to get involved with education on all levels? What form should this involvement take? (funding, personnel time, in kind products or services, learner vacation internship etc)
-

16. What factors would motivate you (or the tertiary institution) to provide support to a school programme / project?
-

17. What does tertiary institutions expect in return for the support listed in question 15?

18. Programmes like TRAC-are involved in specific areas of learner and teacher aid development. What do you believe the focus areas should be of school programmes, such as TRAC, in preparing learners for Science, Engineering and Technology related Careers. Using values (1 to 5) and indicate
- firstly the importance of the following major categories and then
 - the importance of each sub category
- (1 indicates a low and 5 a high rating).

Product Development	
1. Curriculum Material	
2. Software	
3. Hardware	
4. Compiling vocational information	

Research	
1. Investigate the effectiveness of education technology	
2. Public understanding of Science, Engineering and Technology	

Training	
1. Teacher Training (TRAC-lab, workshops)	
2. On- site teacher support (contact during school time)	
3. Learner Workshops (TRAC-lab)	
4. Learner instruction in Schools	

19. Programmes like TRAC-rely on external funding to support many of their activities, especially those associated with previously disadvantaged communities. Indicate the responsibility and feasibility of the following organisations or groups as sources of financial support for programmes like TRAC. Use values 1 to 5. (1 indicates a low and 5 a high rating).

	Responsibility	Feasibility
1. Industrial Organisations (Councils, Institutes, Associations, etc)		
2. Private Companies		
3. Parastatals and Agencies		
4. Government Departments		
5. International Organisations		
6. Tertiary Institutions		
7. Schools		
8. Learners (Parents)		

20. Are there any important issues that we have not touched on in this interview? If so, please elaborate?
-

**THE EDUCATION DEPARTMENT'S NEEDS AND VIEWS ON INSTRUCTION OF PHYSICAL AND APPLIED SCIENCES, AT
SCHOOL LEVEL
TRAC SA RESEARCH TEAM
University of Stellenbosch: Faculty of Education**

A. Objectives of the Questionnaire

To investigate the needs of the education department in respect of:

- instruction of Physical Science at school level.
- competency of the Physical Science teacher.
- Physical Science learner.
- students entering the tertiary institution.

Please read the following instructions before proceeding.

1. This questionnaire forms part of a research project conducted by the TRAC SA Research Team.
2. The success of the project depends on the honest response of interviewees.
3. Personal information will be treated as confidential.
4. In some questions a scale of 1 to 5 is used. (1 indicates a low and 5 a high rating). Fill in the number of your choice in the given space.

B. Background of the TRAC-programme

The TRAC (TRAnsportation and Civil Engineering) Programme is an innovative way of enhancing science and mathematics for high school learners, by means of computer technology. The aim is to stimulate interest in applied science, enabling and encouraging school leavers to enter technological careers. At the heart of the TRAC-programme is the TRAC PAC (Transport Research Activity Centres), an educational tool used to support the teaching of mathematics and science. The activities have been designed to complement the structured school syllabus. The first TRAC-lab has been developed at the University of Stellenbosch to give a wider section of the school going community access to this technology.

Please complete the following table.

Name	
Organisation	
Position	
Interview date	
Place	
Educational / Professional Background	

C. Questions

1. Based on your experience at the Education department, what is your opinion on the current state of physical science education in South Africa?

2. Reliable literature resources state that a crisis exists in physical science education. What is your understanding of the department's opinion on the statement, and if a crisis does exist, what is being done by the department to address the crisis?

3. What is the department doing to determine whether physical science educators are adequately equipped with the necessary knowledge and skills to teach the subject?

4. What actions are being initiated and implemented by the department to equip physical science teachers better to improve the teaching of the subject?

5. What are the department's views on the involvement of universities (tertiary institutions) and other organisations, etc. in teacher training?

6. Make use of an ☒ to indicate to what extent other organisations are *allowed* / *approached* to be involved with the planning of education policies? Please motivate your answer.

1 = not allowed, 3 = moderate and 5 = heavily involved.

1	2	3	4	5

7. The opinion of role-players in education is that they don't get enough insight into the planning phase of education, although they are heavily depended on for financial support. Make use of an ☐ to indicate your opinion on Industry's involvement in education. Please motivate your answer.

1 = no involvement, 3 = moderate and 5 = highly involved.

1	2	3	4	5

8. Make use of an ☐ to indicate your opinion on Industry responsibility be involved with education on all levels?

1 = no involvement, 2 = only on primary level 3 = only on secondary level 4 = only on tertiary level 5 = on all levels.

1	2	3	4	5

What form should this involvement take? (funding, personnel time, in kind products or services, learner vacation internships, etc.)

9. Statistics show that the learner numbers in Physical Science HG have decreased over the past years. Does the department have any idea why this is so and there any actions initiated by the department to address this problem?

10. A list of topics is provided in the table below. Using values 1 to 5 indicate:

- the importance of the subject knowledge of the learner and
- your perception of the average learners current level of knowledge in the subject.

(1 indicates a low and 5 a high rating)

	Importance	Current state
1. Physics (Newton's Laws, Mechanics, Wave Theory, etc.)		
2. Chemistry (Boyles Law, Chemical Reactions, Chemical Bonding, etc.)		
3. Mathematics (Algebra and Geometry)		
4. Mathematics (Graph Interpretation)		
5. Experimental Processes skills e.g. (observe, drawing conclusions, control of variables, e.g.)		

11. Please indicate with an ☐ in the appropriate box the extent to which learners experience problems with the content of Physical Science?

1 = severe, 3 = moderate and 5 = no difficulty.

1	2	3	4	5

12. Making use of an ☐ and indicate your perception of the average learners' understanding of Physical Science. Please motivate your answer.

1 = no understanding, 3 = moderate and 5 = sound understanding.

1	2	3	4	5

13. Indicate with a number (1 to 5) how the following could help to develop a better understanding of Physical Science at school level. (1 indicates a low and 5 a high rating).

1. Effective Instruction methods	
2. Contextualising of theory	
3. Effective Revision Programmes	
4. Marking of Home work	
5. Carrying out of Experiments	
6. Educational excursions to Tertiary Institutions	
7. Educational excursions to Industry	
8. Use of good notes	
9. Teachers' understanding of the theory	
10. Working in groups in class	

14. A list of skills, which learners could develop at school level, is provided in the table below. Using values (1 to 5) indicate the:
- importance of the skills for the learner and
 - the current state of the average learners' mastery of the skill
- (1 indicates a low and 5 a high rating)

	Importance	Current state
1. Communication skills: written (report writing)		
2. Communication skills: oral (presentations)		
3. Social skills (e.g. handling conflict)		
4. Working in groups		
5. Study skills		
6. Laboratory skills		
7. Independent planning and performance of experiments		
8. Problem solving		
9. Decision-making skills		
10. Constructing and interpreting graphs		
11. Processing of data		
12. Accessing of information with the help of a library		
13. Accessing of information with the help of Internet		
14. Using a word processor		
15. Using a database		
16. Using spread sheets		
17. Using PowerPoint for presentations		
18. Basic knowledge of Windows		

15. Are there any other skills that you feel learners should develop at school level, that are not mentioned in the above list?

16. Do you have any ideas on how learners could develop the skills listed in questions 14 and 15 at school level?

17. Making use of an ☐ and indicate whether you think that learners are adequately prepared at school level to meet the expectations of tertiary institutions and industry?

1 = *not adequately prepared*, 3 = *moderate* and 5 = *adequately prepared*.

1	2	3	4	5

18. Programmes like TRAC-are involved in specific areas of learner and teacher aid development. What do you believe the focus areas should be of school programmes, such as TRAC, in preparing learners for Science, Engineering and Technology related Careers. Using values (1 to 5) and indicate

- firstly the importance of the following major categories and then
- the importance of each sub category

(1 indicates a low and 5 a high rating).

Product Development	
1. Curriculum Material	
2. Software	
3. Hardware	
4. Compiling vocational information	

Research	
1. Investigate the effectiveness of education technology	
2. Public understanding of Science, Engineering and Technology	

Training	
1. Teacher Training (TRAC-lab, workshops)	
2. On- site teacher support (contact during school time)	
3. Learner Workshops (TRAC-lab)	
4. Learner instruction in Schools	

19. Are there any important issues that you feel we did not touch on in this interview? If so, please elaborate?

TEACHERS' NEEDS AND VIEWS ON INSTRUCTION OF PHYSICAL AND APPLIED SCIENCES, AT SCHOOL LEVEL
TRAC SA RESEARCH TEAM
University of Stellenbosch: Faculty of Education
A. Objectives of the Questionnaire

To investigate the needs of teachers in respect of the:

- instruction / teaching of Physical Science at school level.
- Teacher training requirements
- the Physical Science learner.

Please read the following instructions before proceeding.

1. This questionnaire forms part of a research project conducted by the TRAC SA Research Team.
2. The success of the project depends on the honest response of interviewees.
3. Personal information will be treated as confidential.
4. In some questions a scale of 1 to 5 is used. (1 indicates a low and 5 a high rating). Fill in the number of your choice in the given space.

B. Background of the TRAC-programme

The TRAC (TRAnspOrtation and Civil Engineering) Programme is an innovative way of enhancing science and mathematics for high school learners, by means of computer technology. The aim is to stimulate interest in applied science, enabling and encouraging school leavers to enter technological careers. At the heart of the TRAC-programme is the TRAC PAC (Transport Research Activity Centres), an educational tool used to support the teaching of mathematics and science. The activities have been designed to complement the structured school syllabus. The first TRAC-lab has been developed at the University of Stellenbosch to give a wider section of the school going community access to this technology.

Please complete the following table.

Name	
Organisation	
Position	
Interview date	
Place	
Educational / Professional Background	

C. Questions

For how long have you been teaching and which grades are you teaching at this school?

I. Questions regarding learners

1. What is your major concern regarding the teaching of science at school level and the effect that it has on the learners?

2. What do you think is the major need a learner has regarding Physical Science as a subject?

3. What problems do you experience with the attitude of learners towards physical science?

4. Making use of a number (1 to 5), rank the difficulties experienced in class by learners. (1 indicates less and 5 indicates many problems).

1. Instruction methods	
2. Academic (study skills)	
3. Handling big volumes of work	
4. Difficult level of work	
5. Independent performing of assignments	
6. Interpretation of basic subject knowledge	
7. Application of subject knowledge	
8. The relevance of the theory to every day life	

5. Making use of an ☐ and indicate your opinion on whether you think that the current school system prepares learners adequately for tertiary training and / careers in the science, engineering and technology fields?

2 = *not adequately prepared*, 3 = *moderate* and 5 = *adequately prepared*.

1	2	3	4	5

6. A list of topics is provided in the table below. Using values 1 to 5 indicate:
- the importance of the learners' subject knowledge and
 - the current state of the average learners' subject knowledge on the topics.
- (1 indicates a low and 5 a high rating)

	Importance	Current state
1. Physics (Newton's Laws, Mechanics, Wave Theory, etc.)		
2. Chemistry (Boyles Law, Chemical Reactions, Chemical Bonding, etc.)		
3. Mathematics (Algebra and Geometry)		
4. Mathematics (Graph Interpretation)		
5. Experimental Processes skills e.g. (observe, drawing conclusions, control of variables, e.g.)		

7. Making use of an ☐ and indicates to which extent learners experienced problems with the content of Physical Science.

1 = no difficulty, 3 = moderate and 5 = severe difficulty

1	2	3	4	5

8. Please indicate with an ☐ your perception of the average learners' understanding of Physical Science? Please motivate your answer.

1 = sound understanding, 3 = moderate and 5 = no understanding.

1	2	3	4	5

9. Indicate with a number (1 to 5) how the following could help to develop a better understanding of Physical Science at school level. (1 indicates a low and 5 a high rating).

1. Different instruction methods	
2. Contextualising of theory	
3. Effective Revision Programmes	
4. Marking of Homework	
5. Carrying out of Experiments	
6. Educational excursions to Tertiary Institutions	
7. Educational excursions to Industry	
8. Use of good notes and teacher's aids	
9. Working in groups in class	

10. A list of skills, which learners could develop at school level, is provided in the table below. Using values from (1 to 5) indicate the:

- importance of the skills to the learner and
- the current state of the average learners' mastery of the skill

(1 indicates a low and 5 a high rating)

	Importance	Current State
1. Communication skills: written (report writing)		
2. Communication skills: oral (presentations)		
3. Social skills (e.g. handling conflict)		
4. Working in groups		
5. Study skills		
6. Laboratory skills		
7. Independent planning and performance of experiments		
8. Problem solving		
9. Decision-making skills		
10. Constructing and interpreting graphs		
11. Processing of data		
12. Accessing of information with the help of a library		
13. Accessing of information with the help of Internet		
14. Basic knowledge of Windows		
15. Using a word processor (etc. Word)		
16. Using a database (etc. Access)		
17. Using spread sheets (etc. Excel)		
18. Using PowerPoint for presentations		

11. Are there any other skills that you feel learners should develop at school level that are not mentioned in the above list?

12. Do you have any ideas on how learners could develop the skills listed in questions 10 and 11 at school level?
-

II. Questions regarding the teacher

It is well known that teachers experience specific problems with carrying out their duties. Please indicate with an ☐ the level of difficulty you have experienced with the following:

1. Subject content when teaching physical science? Please explain.

1 = no difficulty, 3 = moderate and 5 = severe difficulty.

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Content relevance for the learners when teaching physical science? Please explain.

1 = no difficulty, 3 = moderate and 5 = severe difficulty.

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. To explain theory although you understand it. Please explain.

1 = no difficulty, 3 = moderate and 5 = severe difficulty.

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Doing demonstrations in physical science? Please explain.

1 = no difficulty, 3 = moderate and 5 = severe difficulty.

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. To present learner practical. Please explain.

1 = no difficulty, 3 = moderate and 5 = severe difficulty.

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Use of computer-based technology in the instruction process? Please explain.

1 = no difficulty, 3 = moderate and 5 = severe difficulty.

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. A large percentage of physical science teachers are not adequately equipped to teach the subject effectively. Indicate with an ☐ to what extent you agree with the statement. Please explain.

1 = don't agree 3 = moderate 5 = totally agree

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Do you have any ideas / suggestions as to how science education could be improved on school level?
-

III. Questions Regarding other Institutions / Programmes involved with Education

1. Make use of an ☐ and indicate your opinion on Industry responsibility to be involved with education at all levels?

1 = no involvement, 2 = only on primary level 3 = only on secondary level 4 = only on tertiary level 5 = on all levels.

1	2	3	4	5

What form should this involvement take? (funding, personnel time, in kind products or services, learner vacation internship, etc.)

2. Programmes like TRAC-are involved in specific areas of learner and teacher aid development. What do you believe the focus areas should be of school programmes such as TRAC, in preparing learners for Science, Engineering and Technology related Careers? Using values (1 to 5) please indicate:

- firstly the importance of the following major categories and then
- the importance of each sub category

(1 indicates a low and 5 a high rating).

Product Development	
1. Curriculum Material	
2. Software	
3. Hardware	
4. Compiling vocational information	

Research	
1. Investigate the effectiveness of education technology	
2. Public understanding of Science, Engineering and Technology	

Training	
1. Teacher Training (TRAC-lab, workshops)	
2. On- site teacher support (contact during school time)	
3. Learner Workshops (TRAC-lab)	
4. Learner instruction in Schools	

3. Are there any other important issues that we have not touched in this interview? If so, please elaborate?
-

LEARNERS' NEEDS AND VIEWS ON INSTRUCTION OF PHYSICAL AND APPLIED SCIENCES, AT SCHOOL LEVEL**TRAC SA RESEARCH TEAM****University of Stellenbosch: Faculty of Education****A. Objective of the Questionnaire**

To identify the needs which learners have regarding:

- Physical science as a subject
- the way subject content is instructed as well as
- the relevance of the subject

Please read the following instructions before proceeding.

1. This questionnaire forms part of a research project conducted by the TRAC SA Research Team.
2. The success of the project depends on the honest response of interviewees.
3. Personal information will be treated as confidential.
4. In some questions a scale of 1 to 5 is used. (1 indicates a low and 5 a high rating). Fill in the number of your choice in the given space.

B. Background of the TRAC-programme

The TRAC (TRAnsportation and Civil Engineering) Programme is an innovative way of enhancing science and mathematics for high school learners, by means of computer technology. The aim is to stimulate interest in applied science, enabling and encouraging school leavers to enter technological careers. At the heart of the TRAC-programme is the TRAC PAC (Transport Research Activity Centres), an educational tool used to support the teaching of mathematics and science. The activities have been designed to complement the structured school syllabus. The first TRAC-lab has been developed at the University of Stellenbosch to give a wider section of the school going community access to this technology.

Please complete the following table.

Name	
Gender	
Name of school	
Grade	
Place	
Medium of instruction	

C. Questions**I. Career orientated questions**

1. What career would you like to pursue in after completing school?

2. How well are you informed about your future career?

3. Do you know what the duration time of the tertiary course is which you intent to follow?

4. Do you know which subjects to take and on which grade the subjects must be?

5. Have you already contact people from Industry to obtain information about your future career?

6. Have you visited the Industry to see what your future career entails?

II. Questions based on Physical Science

1. What was your biggest motivation to choose physical science as a subject?

2. Please indicate with a ☒ in the appropriate box, to what extent have your idea / perception / expectation of physical science change since you start doing the subject. Explain please.

Not changed

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Changed a lot

3. Indicate with a number (1 to 5) how often the following aspects are used in the Physical Science classroom.

1 = always, 2 = regularly, 3 = sometimes, 4 = seldom, 5 = never

1. Different, interesting instruction methods	
2. Application of theory in the real- life	
3. Revision Programs	
4. Marking of Homework	
5. Learners do experiments.	
6. Teachers do demonstrations	
7. Educational excursions to tertiary institutions	
8. Educational excursions to Industry	
9. Good notes as well as teaching aids are making use of	
10. Working in groups in class	

Indicate with a cross in the appropriate box to what extent:

4. you experience problems with physical science as a subject? Indicate in the given space what kind of problems you experienced.

No problems

1	2	3	4	5

severe

5. the physical science content has any relation to everyday life. Please motivate.

No relation

1	2	3	4	5

Lots of relation

6. you experience problems with the way the subject is being presented / taught / explained? Please explain.

No problems

1	2	3	4	5

severe

7. What factors / actions/ events help you to develop a better understanding of the work done in class?

8. What do you do to develop a better understanding of the Physical Science done in class?

9. Do you have any ideas as to how the subject could be instructed so that it could be more relevant / interested to you?

10. How can the instruction of physical science be improved?

11. What are your needs regarding physical science as a subject?

12. Do you have any ideas as to how the above needs could be address?

III. Questions regarding skills

1. A list of skills, which you as learner should develop at school level, is provided in the table below. Make use of a number 1 to 5 and indicate:

- The importance of the skill for you as a learner
- The current state of the skill for you as a learners (How well did you acquire the skill).

(1 indicates a low and 5 a high rating).

	Importance	Current state
1. Communication skills: written (report writing)		
2. Communication skills: oral (presentations)		
3. Social skills (e.g. handling conflict)		
4. Working in groups		
5. Study skills		
6. Laboratory skills		
7. Independent planning and performance of experiments		
8. Problem solving		
9. Decision-making skills		
10. Constructing and interpreting graphs		
11. Processing of data		

12. Accessing of information with the help of a library		
13. Accessing of information with the help of Internet		
14. Using a word processor		
15. Using a database		
16. Using spread sheets		
17. Using PowerPoint for presentations		
18. Basic knowledge of Windows		

2. Are there any other skills that you reckon as important that are not mentioned in the above list?

3. Do you have any ideas as to how the skills listed in questions 2 and 3 could be develop at school level?

IV. Questions regarding the TRAC-programme

1. Indicate how many times did you work on the TRAC-programme.

2. Make use of a value (1 to 5) and indicate to what extent have you been struggling with the following. (1 indicates a low and 5 a high rating).

1. Handling and use of computer without the help of the Instructor.	
2. Handling and use of apparatus without the help of the instructor	
3. Work with the TRAC-software without the help of the instructor	
4. Understanding of the instructions to carry out the experiment	
5. Carry out of experiment in a group	
6. Understanding of results, which were generated.	
7. Representing of data with a table.	
8. Representing of data with a graph.	
9. Interpretation of results.	

Make use of an ☒ to indicate to which extent:

3. the experiments conducting on the TRAC-programme help you to develop a better understanding of physical science?

Not helped

1	2	3	4	5

Help a lot

4. the experiments conducting on the TRAC-programme help you to make theory more relevant?

Not helped

1	2	3	4	5

Helped a lot

5. the time allocated to do the experiment and completing the worksheet sufficient?

Not sufficient

1	2	3	4	5

sufficient

6. you experience problems with doing the experiment on the TRAC-equipment? Indicate in the given space what kind of problems you experienced.

no

1	2	3	4	5

severe

7. you experience problems with working on the computer? Motivate please?

no

1	2	3	4	5

severe

8. were the instructions used on the worksheet clear so that you could do the experiment without the help of the instructor?

Not clear

1	2	3	4	5

clear

9. were the questions used in the worksheet clear so that you could answer it on your own or in the group?

Not clear

1	2	3	4	5

clear

10. was the language used in the worksheets clear?

Not clear

1	2	3	4	5

clear

11. do you think the TRAC-program could be used in the classroom as a tool to make theory more understandable?

little

1	2	3	4	5

much

12. did you enjoy working on the TRAC-program?

little

1	2	3	4	5

much

Indicate with an ☒ in the appropriate box:

13. how often do you do experiments in class?

1 = never, 2 = once a term, 3 = once a month, 4 = once a week, 5 = more than once a week

1	2	3	4	5

14. how often do your teachers do demonstrations in class?

1 = never, 2 = once a term, 3 = once a month, 4 = once a week, 5 = more than once a week

1	2	3	4	5

15. how often do you work in a groups in class?

1 = never, 2 = once a term, 3 = once a month, 4 = once a week, 5 = more than once a week

1	2	3	4	5

16. Are there any important issues that we have not touched on in this interview? If so, please elaborate?

ADDENDUM B

TABELLE EN GRAFIEKE

TABELLE:BELANGRIKHEID VAN VAARDIGHED

Responsfrekwensie vir Kommunikasievaardighede: Skryf van verslag

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	0	0
Onbelangrik	1	0	0	0	0	1
Beperkte Belangrikheid	1	0	0	0	0	1
Matige Belangrikheid	0	1	0	0	1	2
Belangrik	2	3	1	2	3	11
Baie Belangrik	7	6	2	3	14	32
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Kommunikasievaardighede: Mondelingse Aanbiedings

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	0	0
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	1	0	0	0	0	1
Matige Belangrikheid	2	2	0	0	0	4
Belangrik	2	5	1	3	3	14
Baie Belangrik	6	3	2	2	15	28
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Sosiale Vaardighede

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	2	0	0	0	2
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	0	1	0	1	1	3
Matige Belangrikheid	4	4	0	0	0	8
Belangrik	1	2	1	2	7	13
Baie Belangrik	6	1	2	2	10	21
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Werk in Groep

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	0	0
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	0	2	0	1	1	4
Matige Belangrikheid	2	6	0	1	1	10
Belangrik	2	2	1	2	6	13
Baie Belangrik	7	0	2	1	10	20
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Studievaardighede

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	0	0	0	0	1
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	0	0	0	0	0	0
Matige Belangrikheid	0	0	0	0	0	0
Belangrik	3	5	0	2	2	12
Baie Belangrik	7	5	3	3	16	34
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Laboratoriumvaardighede

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	0	0	0	0	1
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	2	0	0	0	0	2
Matige Belangrikheid	2	4	1	1	2	10
Belangrik	4	4	0	2	3	13
Baie Belangrik	2	2	2	2	13	21
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Onafhanklike Beplanning en Uitvoering van Eksperimente

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	0	0	0	0	1
Onbelangrik	0	1	0	0	0	1
Beperkte Belangrikheid	0	2	0	0	0	2
Matige Belangrikheid	3	2	1	1	3	10
Belangrik	2	2	0	2	5	11
Baie Belangrik	5	3	2	2	10	22
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Probleemoplossing

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	
N.v.t.	0	0	0	0	0	0
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	0	0	0	0	0	0
Matige Belangrikheid	1	0	0	0	1	2
Belangrik	4	4	0	1	4	13
Baie Belangrik	6	6	3	4	13	32
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Besluitnemingsvaardighede

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	1	0	0	0	1
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	0	0	0	0	0	0
Matige Belangrikheid	0	3	0	0	0	3
Belangrik	5	4	0	3	6	18
Baie Belangrik	6	2	3	2	12	25
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Samestelling en Interpretasie van Grafieke

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	2	0	0	0	0	2
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	0	0	0	0	0	0
Matige Belangrikheid	0	2	0	0	1	3
Belangrik	3	5	1	2	4	15
Baie Belangrik	6	3	2	3	13	27
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Verwerking van Data

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	1	0	0	0	1
Onbelangrik	1	0	0	0	0	1
Beperkte Belangrikheid	2	0	0	0	0	2
Matige Belangrikheid	1	4	0	0	2	7
Belangrik	2	4	0	3	6	15
Baie Belangrik	5	1	3	2	10	21
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Verkryging van Inligting m.b.v. Biblioteek

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	0	0
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	1	0	0	0	0	1
Matige Belangrikheid	4	2	1	1	1	9
Belangrik	3	5	0	2	5	15
Baie Belangrik	3	3	2	2	12	22
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Verkryging van Inligting m.b.v. Internet

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	1	1
Onbelangrik	1	0	0	0	0	1
Beperkte Belangrikheid	0	2	0	0	0	2
Matige Belangrikheid	1	3	1	1	3	9
Belangrik	6	4	0	2	7	19
Baie Belangrik	3	1	2	2	7	15
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Basiese Kennis van Rekenaars

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	0	0
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	1	3	0	0	0	4
Matige Belangrikheid	3	5	0	0	1	9
Belangrik	5	1	1	3	6	16
Baie Belangrik	2	1	2	2	11	18
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n Woordverwerker bv. Word

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	2	2
Onbelangrik	0	0	0	0	0	0
Beperkte Belangrikheid	0	5	0	0	1	6
Matige Belangrikheid	4	2	0	0	1	7
Belangrik	3	3	1	3	5	15
Baie Belangrik	4	0	2	2	9	17
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n Databasis bv. Access

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	10	10
Onbelangrik	0	0	0	1	0	1
Beperkte Belangrikheid	1	3	0	1	0	5
Matige Belangrikheid	2	2	0	1	0	5
Belangrik	5	4	1	1	2	13
Baie Belangrik	3	1	2	1	6	13
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n Sigblad bv. Excel

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	1	8	9
Onbelangrik	1	1	0	1	0	3
Beperkte Belangrikheid	1	4	0	1	1	7
Matige Belangrikheid	3	5	1	1	0	10
Belangrik	3	0	1	0	2	6
Baie Belangrik	3	0	1	1	7	12
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n Aanbiedingsprogram bv. PowerPoint

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	0	0	0	12	12
Onbelangrik	1	0	0	1	0	2
Beperkte Belangrikheid	1	2	1	1	0	5
Matige Belangrikheid	1	2	0	1	0	4
Belangrik	5	3	2	2	2	14
Baie Belangrik	3	3	0	0	4	10
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n tekenprogram bv. CAD

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	0	-	-	-	1
Onbelangrik	1	2	-	-	-	3
Beperkte Belangrikheid	4	4	-	-	-	8
Matige Belangrikheid	4	2	-	-	-	6
Belangrik	0	2	-	-	-	2
Baie Belangrik	1	0	-	-	-	1
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	

TABELLE: HUIDIGE STAND VAN VAARDIGHEDE

Responsfrekwensie vir Kommunikasievaardighede: Skryf van Verslag

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	6	0	1	0	0	7
Baie Swak	1	2	1	0	0	4
Swak	2	4	1	4	1	12
Redelik	0	4	0	1	9	14
Goed	0	0	0	0	5	5
Baie Goed	2	0	0	0	3	5
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Kommunikasievaardighede: Mondelingse Aanbiedings

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	4	0	1	0	0	5
Baie Swak	3	1	1	0	0	5
Swak	1	4	0	2	1	8
Redelik	0	5	1	2	8	16
Goed	1	0	0	0	6	7
Baie Goed	2	0	0	1	3	6
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Sosiale Vaardighede

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	3	2	0	1	0	6
Baie Swak	3	1	1	0	1	6
Swak	2	0	2	2	2	7
Redelik	1	6	0	1	3	11
Goed	0	1	0	0	7	8
Baie Goed	2	0	0	1	5	8
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Werk in Groepe

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	2	2	1	1	0	6
Baie Swak	3	0	0	0	0	3
Swak	3	4	1	2	3	13
Redelik	0	3	1	1	3	8
Goed	1	1	0	0	4	6
Baie Goed	2	0	0	1	8	11
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Studievaardighede

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	0	1	0	0	2
Baie Swak	3	1	0	0	0	4
Swak	3	5	2	3	3	16
Redelik	1	4	0	1	5	11
Goed	0	0	0	1	6	7
Baie Goed	3	0	0	0	4	7
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Laboratoriumvaardighede

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	4	1	1	0	0	6
Baie Swak	1	2	0	0	3	6
Swak	2	3	2	3	5	15
Redelik	1	3	0	2	7	13
Goed	0	1	0	0	3	4
Baie Goed	3	0	0	0	0	3
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Onafhanklike Beplanning en Uitvoering van Eksperimente

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	1	1	0	0	3
Baie Swak	5	2	1	0	3	11
Swak	1	4	0	3	3	11
Redelik	1	3	1	2	6	13
Goed	0	0	0	0	6	6
Baie Goed	3	0	0	0	0	3
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Probleemoplossing

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	
N.v.t.	3	0	1	0	0	4
Baie Swak	5	1	1	1	1	9
Swak	1	4	1	1	3	10
Redelik	0	5	0	2	6	13
Goed	0	0	0	1	6	7
Baie Goed	2	0	0	0	2	4
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Besluitnemingsvaardighede

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	7	2	1	0	0	10
Baie Swak	1	0	2	0	1	4
Swak	0	4	0	1	1	6
Redelik	1	4	0	2	6	13
Goed	0	0	0	2	9	11
Baie Goed	2	0	0	0	1	3
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Samestelling en Interpretasie van Grafieke

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	2	1	1	0	0	4
Baie Swak	4	0	0	0	0	4
Swak	1	2	1	3	3	10
Redelik	0	6	1	1	8	16
Goed	0	1	0	1	3	5
Baie Goed	4	0	0	0	2	6
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>16</i>	

Responsfrekwensie vir Verwerking van Data

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	3	2	1	0	0	6
Baie Swak	4	0	0	0	0	4
Swak	2	3	1	2	3	11
Redelik	0	4	1	2	10	17
Goed	0	1	0	1	5	7
Baie Goed	2	0	0	0	0	2
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Verkryging van Inligting m.b.v. Biblioteek

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	2	1	1	0	5
Baie Swak	0	1	1	2	1	5
Swak	3	3	1	0	1	8
Redelik	1	4	0	1	2	8
Goed	3	0	0	1	8	12
Baie Goed	3	0	0	0	6	9
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Verkryging van Inligting m.b.v. Internet

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	3	2	1	1	1	8
Baie Swak	0	0	1	2	4	7
Swak	4	2	0	1	4	11
Redelik	1	4	1	1	5	12
Goed	1	2	0	0	3	6
Baie Goed	2	0	0	0	1	3
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Basiese Kennis van Rekenaars

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	0	2	1	0	0	3
Baie Swak	3	1	1	1	3	9
Swak	4	0	1	0	2	7
Redelik	2	3	0	2	3	10
Goed	0	4	0	1	6	11
Baie Goed	2	0	0	1	4	7
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n Woordverwerker bv. Word

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	2	3	1	0	2	8
Baie Swak	1	2	2	1	2	8
Swak	4	3	0	1	3	11
Redelik	2	1	0	2	2	7
Goed	0	1	0	0	2	3
Baie Goed	2	0	0	1	7	10
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n Databasis bv. Access

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	2	1	0	10	14
Baie Swak	3	0	2	4	2	11
Swak	3	4	0	0	0	7
Redelik	2	2	0	1	0	5
Goed	0	2	0	0	4	6
Baie Goed	2	0	0	0	2	4
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n Sigblad bv. Excel

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	3	1	1	8	14
Baie Swak	2	0	2	2	2	8
Swak	3	5	0	2	0	10
Redelik	3	2	0	0	3	8
Goed	0	0	0	0	3	3
Baie Goed	2	0	0	0	2	4
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n Aanbiedingsprogram bv. PowerPoint

	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	1	2	1	1	12	17
Baie Swak	2	0	2	3	1	8
Swak	3	1	0	1	0	5
Redelik	2	6	0	0	4	12
Goed	1	1	0	0	1	3
Baie Goed	2	0	0	0	0	2
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>18</i>	

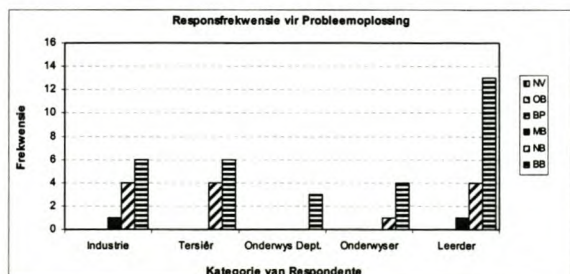
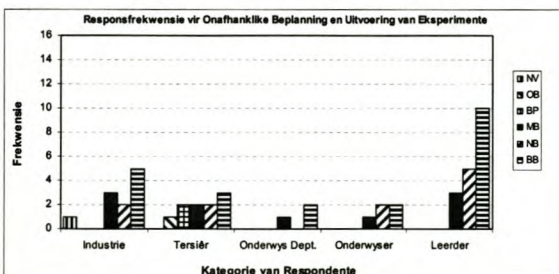
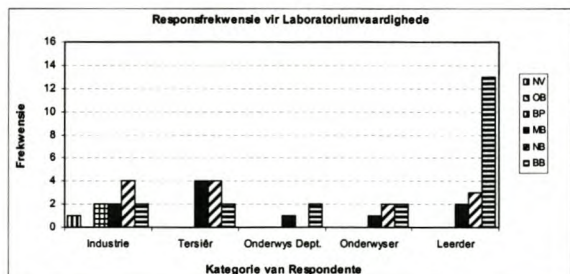
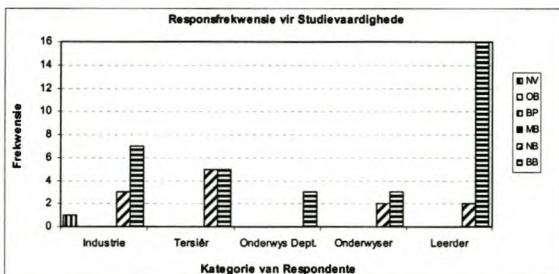
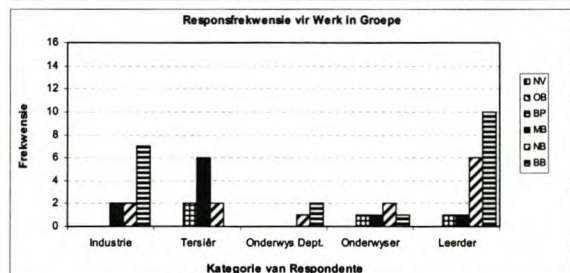
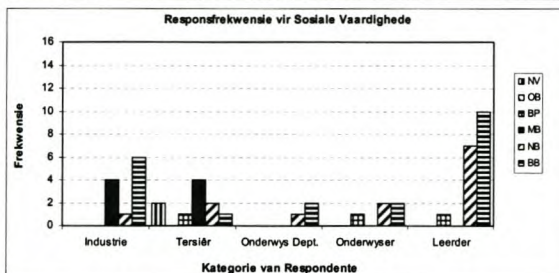
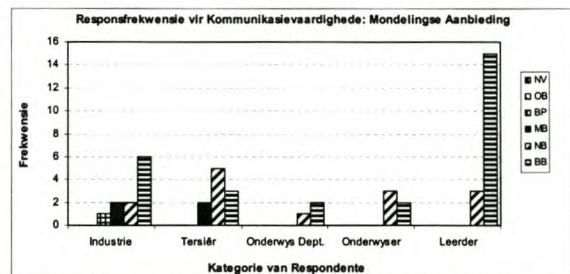
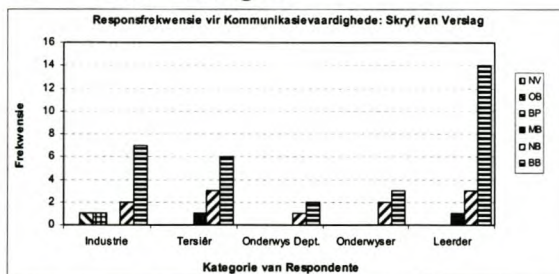
Responsfrekwensie vir Gebruik van 'n tekenprogram bv. CAD

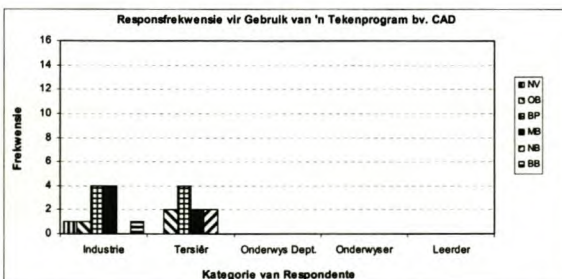
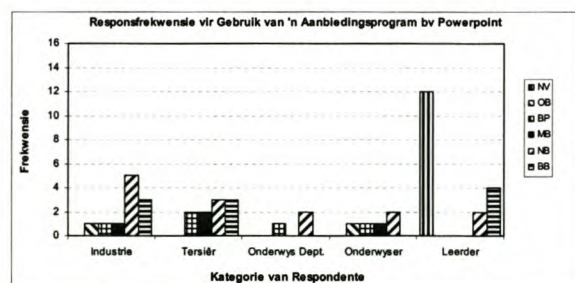
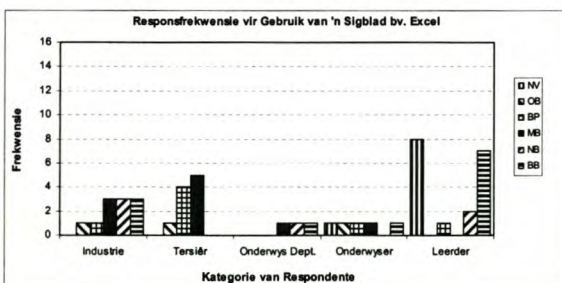
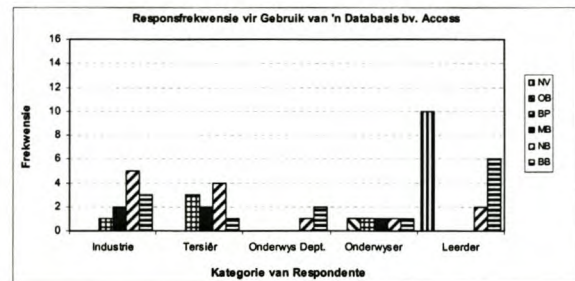
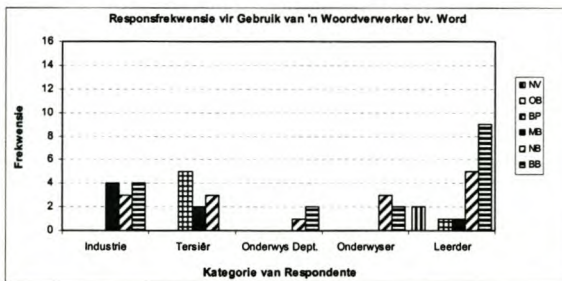
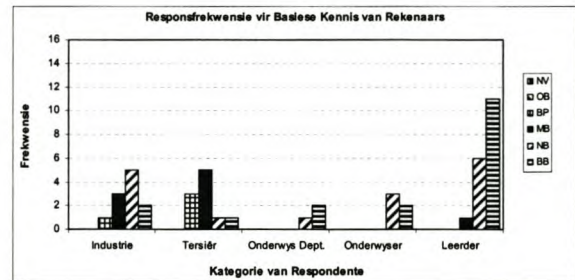
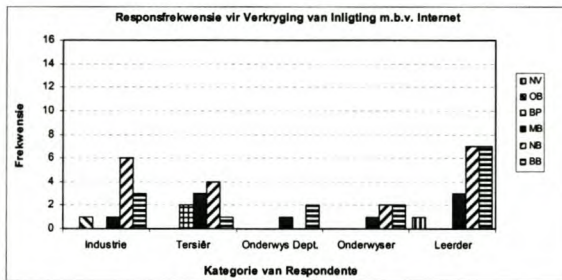
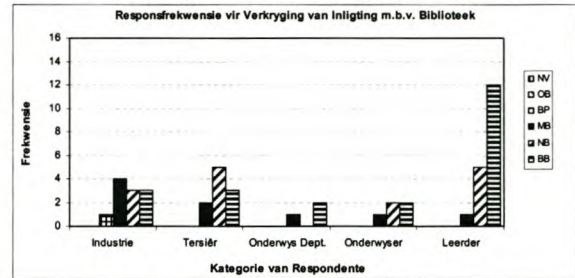
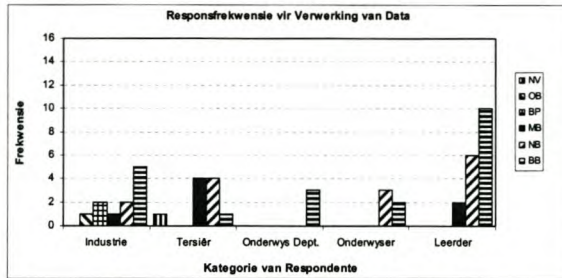
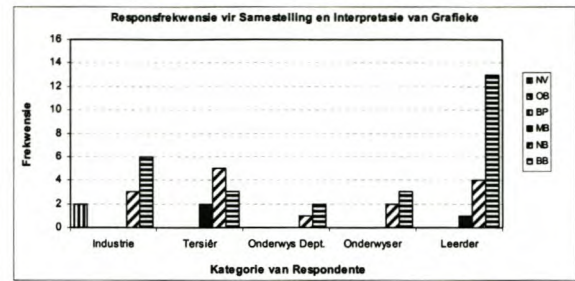
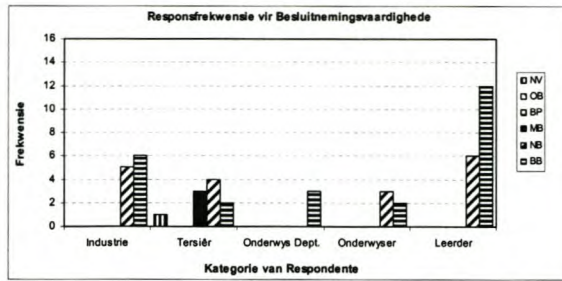
	Industrie	Tersiër	Onderwys Dept.	Onderwyser	Leerder	Totaal
N.v.t.	4	2	-	-	-	6
Baie Swak	2	3	-	-	-	5
Swak	1	5	-	-	-	6
Redelik	1	0	-	-	-	1
Goed	0	0	-	-	-	0
Baie Goed	3	0	-	-	-	3
<i>Totaal</i>	<i>11</i>	<i>10</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	

GRAFIEKE:BELANGRIKHEID VAN VAARDIGHEDE

Legende

- NV N.v.t.
 OB Onbelangrik
 BP Beperkte Belangrikheid
 MB Matige Belangrikheid
 NB Belangrik
 BB Baie Belangrik

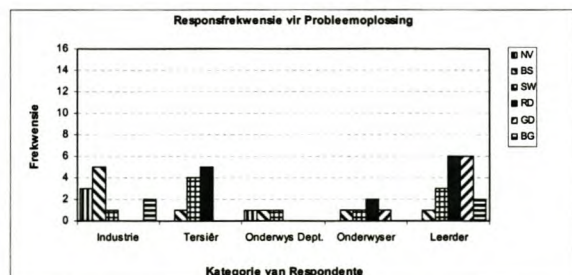
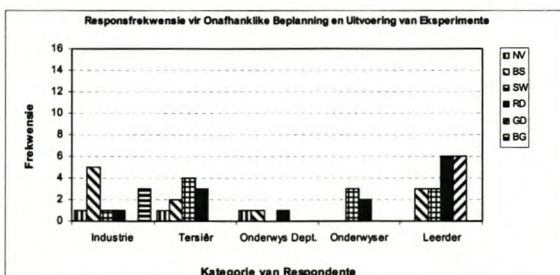
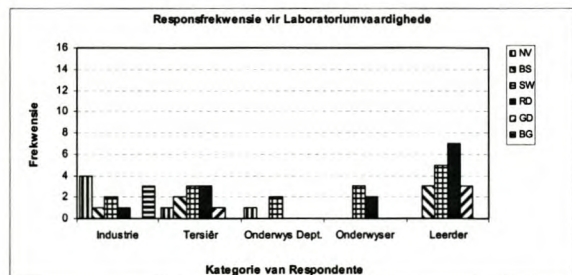
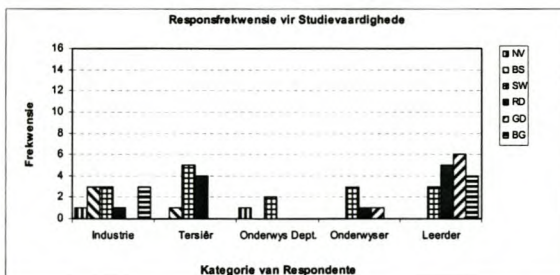
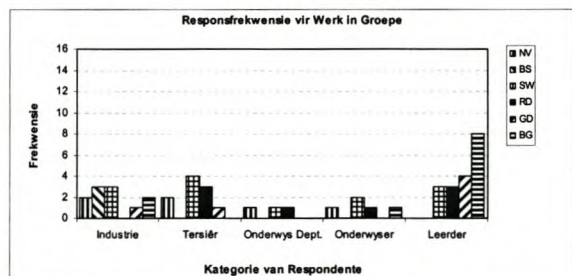
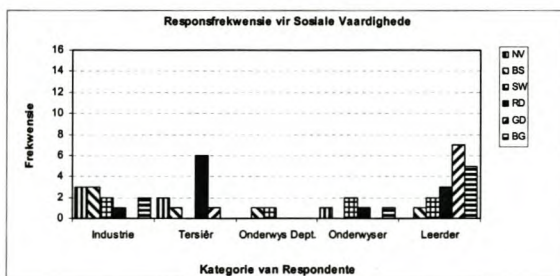
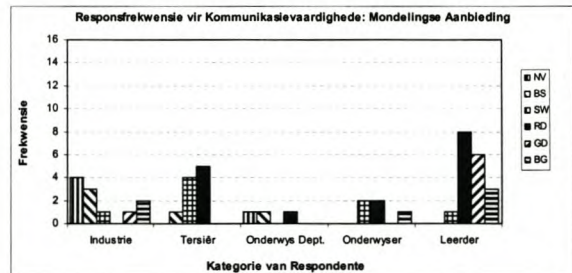
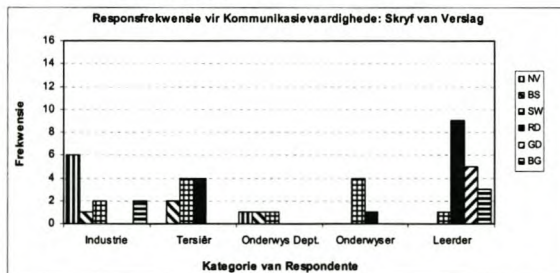


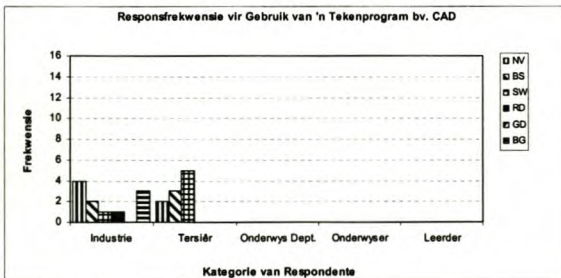
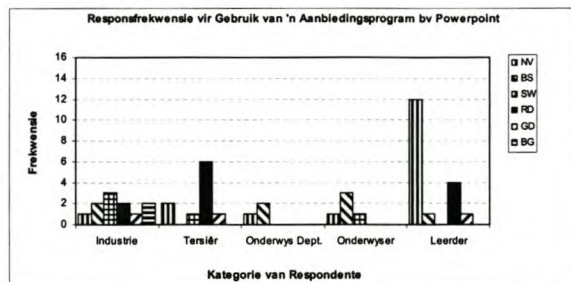
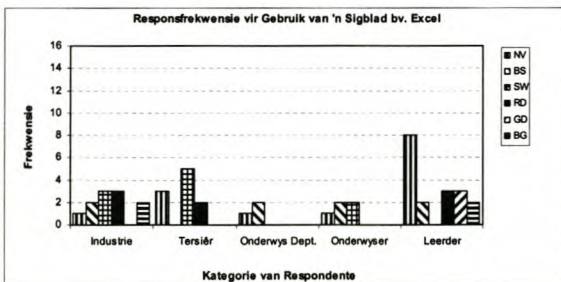
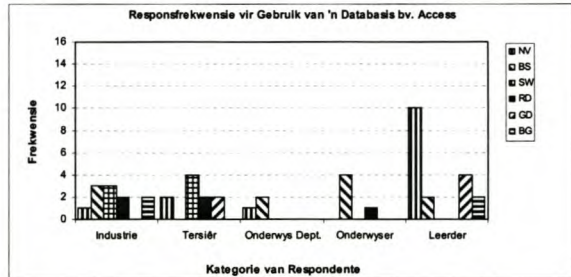
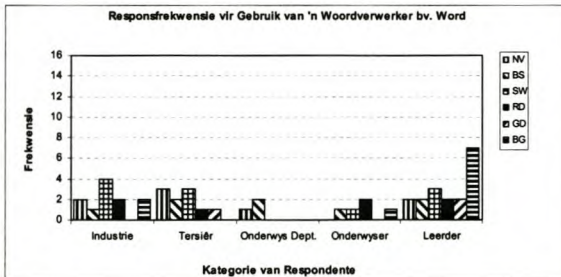
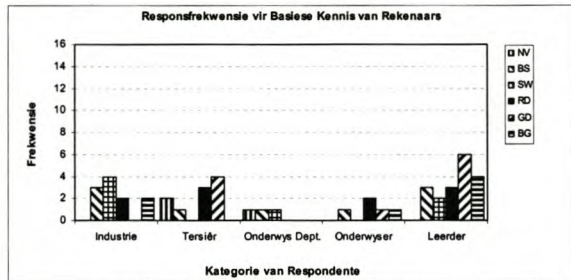
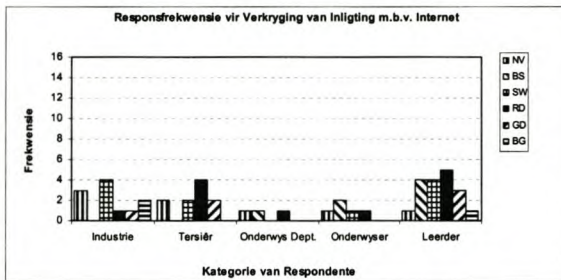
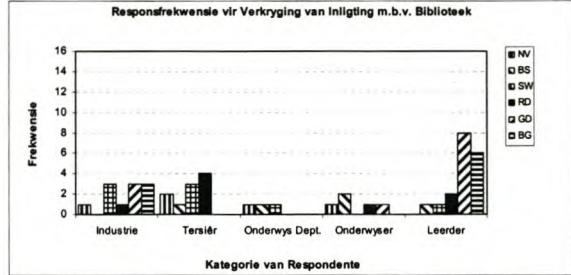
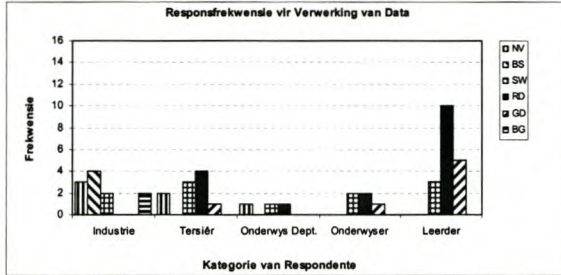
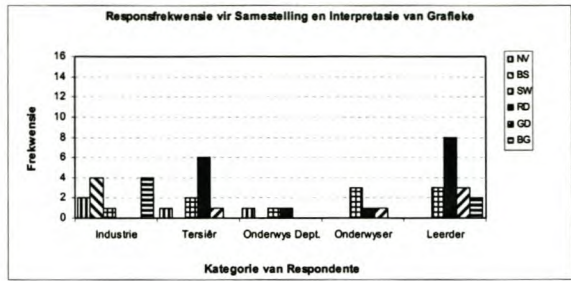
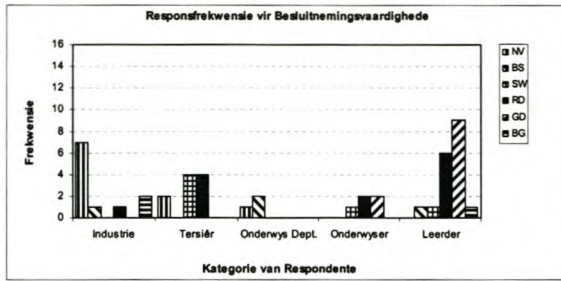


GRAFIEKE: HUIDIGE STAND VAN VAARDIGHEDE

Legende

NV	N.v.t.
BS	Baie Swak
SW	Swak
RD	Redelik
GD	Goed
BG	Baie Goed





ADDENDUM C

TRAC-WERKKAART

AKTIWITEIT 1: VERWYSINGSRIGTINGS

Naam:
Graad:
Datum:

Eksperiment lêer: **verwys1.exp** en **verwys2.exp**

Nadat jy hierdie eksperiment voltooi het, behoort jy die volgende te kan doen:

- Die begrippe "Verwysingsrigting" en "Verwysingspunt" verstaan en kan verduidelik.
- Eenvoudige verplasing-tyd grafieke kan interpreteer en die beweging naboots.
- Verduidelik hoe die keuse van positiewe bewegingsrigting die verplasing-tyd grafiek beïnvloed.

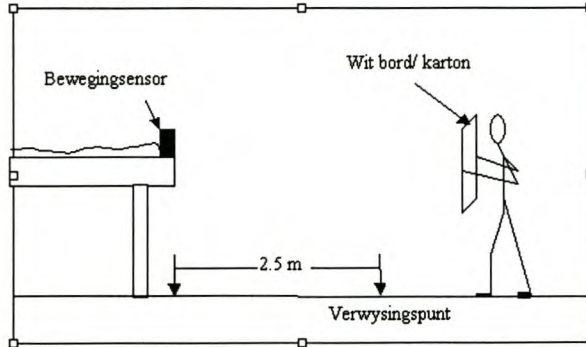
Belangrike Definisies

Verwysingspunt: Punt of posisie waarvandaan beweging beskryf word.

Verplasing(s): Verplasing is die grootte en rigting van die reguitlyn getrek vanaf die beginpunt na die eindpunt van die beweging van 'n voorwerp.

Opstelling van die eksperimentele apparaat

Stel die apparaat op soortgelyk soos in die skets hieronder



Verwysingspunt

1. Meet 'n afstand 2,5m van die sensor af en merk dit met kryt op die vloer.
2. Moenie nou weer aan die sensor raak nie.
3. Die merk dien nou as verwysingspunt vir die eksperiment.

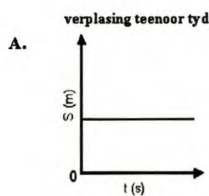
Deel I

1. Maak die lêer **verwys1.exp** oop.
2. Verplasings weg van die sensor word as positief gemeet.

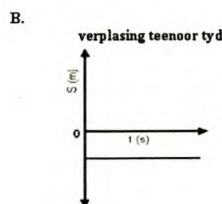
Interpretasie van grafieke

Die onderstaande is voorstellings van verplasing-tyd grafieke.

1. Bespreek die beweging wat deur elke grafiek voorgestel word.
2. Laat een persoon die beweging probeer naboots deur nader en verder van die sensor te beweeg.
3. Klik op **Start** om die beweging op te neem.
4. Verskaf by elke grafiek 'n kort verduideliking van die beweging wat uitgevoer is om die spesifieke grafiek te verkry.

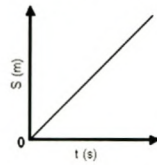


Beskrywing van beweging



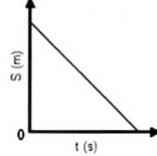
Beskrywing van beweging

C. verplasing teenoor tyd



Beskrywing van beweging

D. verplasing teenoor tyd



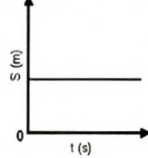
Beskrywing van beweging

Deel II

Instruksies

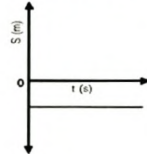
1. Maak die lêer verwys2.exp oop.
2. Die nulpunt is nog steeds by die merk, maar die beweging na die sensor word as positief gemeet.
3. Probeer weer om die onderstaande grafieke na te boots deur 'n persoon te laat beweeg.
4. Verskaf weer 'n kort verduideliking van die beweging wat uitgevoer is om die spesifieke grafiek te kon verkry.

A. verplasing teenoor tyd



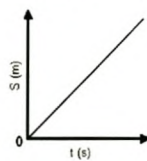
Beskrywing van beweging

B. verplasing teenoor tyd



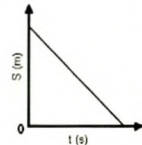
Beskrywing van beweging

C. verplasing teenoor tyd



Beskrywing van beweging

D. verplasing teenoor tyd



Beskrywing van beweging

ADDENDUM D

TOESTEMMINGSBRIEWE

Toestemming is per brief van die onderwysdepartement sowel as van die skoolhoofde gevra om navorsing te doen in die betrokke skole. Die reël van die onderhoudsessies met die leerders het via onderwysers plaasgevind.

14 July 2000

«UHead»
«UName»
«UStreetAddress1»
«UStreetAddress2»
«UStreetAddress3»
«UStreetAddress4»

Dear Sir

REQUEST TO CONDUCT RESEARCH AT YOUR SCHOOL

I am a M.Ed. student at the University of Stellenbosch doing research using the TRAC SA Programme. As a TRAC representative, I have been involved with your school, teachers and learners, for the past year. The TRAC (Transportation and Civil Engineering) programme is an initiative, which attempts to support science education in South Africa. It aims to accomplish this through the provision of a TRAC PAC (Transport Research Activity Centre), a computer-based laboratory tool that teachers can use to support their syllabus work. The focus of my research will be to identify the needs of the teachers, learners and industry in Science Education in South African schools and to determine whether and how the TRAC programme can address these needs.

I hereby request permission for learners of Grade 10 to 12 as well as the TRAC teacher/s of your school to participate in the research process. Their participation will include my visiting the teacher and learners at school as well as their attending a workshop at Stellenbosch University. The main aim of the workshop will be to evaluate the effectiveness of the TRAC PAC as a tool, to address if possible, the needs of the teachers and the learners. This workshop will form part of the empirical research necessary for collecting valuable information.

The workshop will be held from 9 a.m. – 1 p.m., on a day that best suits your school. During this time the learners will perform experiments on content relevant to the syllabus, using the computer. This will include vectors, forces and graphs of motion.

A letter has been sent to Mr Hennie Mentz of the WCED requesting permission to do the research at your school.

Please find attached an accompanying letter from my supervisor, Dr. A. S. Jordaan.

I thank you for your support.

Yours sincerely

C. J. Davids Ms

Regional Centre Manager: Western Cape

14 July 2000

Mr Hennie Mentz
Western Cape Education Department
Private Bag 9114
Cape Town
8000

Dear Mr Mentz

REQUEST PERMISSION TO CONDUCT RESEARCH AT SCHOOLS

I am a MEd student at Stellenbosch University and am part of the TRAC SA research programme. The TRAC (Transportation and Civil Engineering) programme is an initiative, which attempts to support science education in South Africa. It aims to accomplish this through the provision of a TRAC PAC (Transport Research Activity Centre), a computer-based laboratory tool that teachers can use to support their syllabus work. The focus of my research will be to identify the needs of the teachers, learners and industry in Science Education in South African schools and to determine whether and how the TRAC programme can address these needs.

I hereby request permission for learners of Grade 10 to twelve from the following high schools to participate in the research project: Bridgetown Senior Secondary, Cathkin High-, Cloeteville High-, Crystal Senior Secondary-, Forest Heights High-, Kayamandi High-, Kleinvlei Senior Secondary-, Macassar Secondary-, Malibu Secondary-, Oude Molen THS-, Parow High-, Pinelands High-, Rhenish Girls' High-, Sarepta High-, Spine Road High-, Stellenberg High-, and Zonnebloem Nest High School.

Their participation will include my visiting the teacher and learners at schools as well as their attending workshops at the Stellenbosch University. The main aim of the workshops will be to evaluate the effectiveness of the TRAC PAC as a tool to address, if possible, the needs of the teachers and the learners. This workshop will form part of the empirical research necessary for collecting valuable information.

The workshop will be held from 9 a.m. – 1 p.m., on a day that best suits the respective schools. During this time the students will perform experiments, using the computer, on content relevant to the syllabus. This will include vectors, forces and graphs of motion.

I have made contact with the principals of the schools and they have agreed to participate on condition that the WCED agrees to the research.

Please find attached an accompanying letter from my supervisor, Dr. A. S. Jordaan.

I thank you for your support.

Yours sincerely

C. J. Davids Ms

Date: _____

ADDENDUM E

GEREGISTREERDE NROO'S BETROKKE BY DIE WES-KAAPSE ONDERWYS

1. BMEF - Behaviour Management in Education Foundation

Praktiese indiensopleidings-werkswinkels vir die opvoeders in verband met klaskamer- en totale skoordissipline. Die personeel ontwikkel kognitiewe-, emosionele- en dissiplinêre vaardighede om enige dissiplinêre en gedragsprobleem te kan oplos.

2. Kaapse Tegnikon, ingesluit die Kaapse en Bolandse Kolleges

Onderwysgrade wat bydra tot die verkryging van professionele- en akademiese kwalifikasies.

3. Kaapstad Holocaust Sentrum

Hierdie is 'n opvoedkundige hulpbronnensentrum. Fokus op programme wat die gevolge van bevooroordeel, rassisme, diskriminasie, die misbruik van mag, menseregte oortredings, die gevaar van propaganda en die gevolge van stilbly konfronteer.

4. Cenedus

'n Gemeenskapdiens- en leermeganisme van die Fakulteit Opvoedkunde, Universiteit van Stellenbosch. Die koördinerende van die projek is die primêre funksie van die sentrum omdat die Fakulteit Opvoedkunde daarna streef om sy navorsing-, onderrig- en leerfunksies te verbeter.

5. Sentrum vir Gemeenskapsontwikkeling.

Help skole en onderwysers met die algehele skoolontwikkeling deur die formulering van die visie en missie. Fokus op die interpersoonlike verhoudings tussen die onderwysers asook hoe om konflik te hanteer. Hanteer ook vraagstukke rondom kurrikulumverandering wat met uitkomsgebaseerde onderwys gepaard gaan. Verder beklemtoon dit ook klaskamerstrategieë wat onafhanklike- en groepdenkvaardighede bevorder. Verskaf ook leiding in verband met assesseringstrategieë en ondersteuningsmateriaal.

6. CITI

Die uitreikaksie se doelstelling is om die leerder se verstaan en gebruik van IKT te bevorder. Die opvoedkundige doelstelling is om jong informasie tegnologie-entrepreneurs te ontwikkel

7. Ontdekkingsentrum

Die Ontdekkingsvoertuig Mobiele eenheid is 'n mobiele wetenskaplike laboratorium, saamgestel uit verskillende tipe eksperimente. Dit veronderstel dat wetenskap- en ingenieursberoep buite die bereik is van leerders afkomstig uit landelike asook histories

benadeelde gemeenskappe. Om die probleem te oorkom, word leerders in staat gestel om wetenskaplikes in aksies te word deur die blootstelling aan die aktiwiteite op die Ontdekkings Mobiele Eenheid.

8. Early Learning Resource Unit (ELRU)

Intervensies vir die onderwysers wat fokus op vroeë leerderontwikkeling in die grondslagfase. Fokus ook op die ontwikkeling van opvoederopleiding- en leerderondersteuningmateriaal.

9. Ekstra Kurrikulêre Onderwys Projek

Die ekstra kurrikulêre aktiwiteite benadering bied ondersteuning aan onderwysers en leerders oor naskoolse aktiwiteite. Daar is vier fokusareas naamlik geïntegreerde bestuurs- en leierseienskappe, ekstra kurrikulêre aktiwiteite, familieondersteuning en -betrokkenheid, gemeenskapdiens en skoolgebruik.

10. Faranani Fasiliterings Dienste

Persoonlike-, gemeenskaps- en sosiale dienste. Fokus op organisatoriese ontwikkeling en transformasies, strategiese beplanning, onderwyseropleiding en leiereienskapontwikkeling.

11. FAMSA

Lewensvaardighede-programme in skole wat MIV/VIGS insluit. Fokus op groepsberading-opleidingsprogramme.

12. IWWOUS

Fokus om die onderwysers en leerders se belangstelling in wetenskap en wiskunde te bevorder in die senior- sowel as die VOO. Hierdie doelstelling word gerealiseer deur onderwysers te bemagtig deur indiensopleiding.

emPOWERment

Geakkrediteerde opleiding en uitkomsgebaseerde assessering. Opvoedkundige- gemeenskaps- en organisatoriese ontwikkeling deur middel van kognitiewe prosesse, leiereienskapontwikkeling en bemagtiging met die nodige vaardighede.

13. Lydia Abel

Werkswinkel en konsultasie word aangebied met spesifieke beklemtoning van kennis en geletterdheid.

14. Metagroep Kommunikasies

Spesialiste in die gebied van koöperatiewe leerbenadering in die klaskamer en die hele skoolbestuur. Fokus is op die

- verstaan van groepdinamika om 'n positiewe klimaat te skep vir leer en probleemoplossing.

- bemagtig leerders om verantwoordelikheid te neem vir hul eie en ander se verbeterde leer.
- onderrig van sosiale- en lewensvaardighede terwyl die kritieke uitkomstebereik word deur UGO.

15. MTN ScienCentrum

Kan gebruik word as 'n uitbreiding van die klaskamer om leerprogramme van die agt verskillende leerareas te verryk. Die ScienCentre het 280 voorstellings wat leerders aanmoedig en toerus met 'n basiese begrip van wetenskap, tegnologie en wiskunde.

16. Nasionale Toegangs Konservatorium

Hierdie NROO fokus op die studie van onderwys- en opleidingsbeleids-dokumente. Lei opvoeders op om die beginsels van uitkomsgebaseerde onderwys in die klaskamer te implementeer. Help opvoeders om leeraktiwiteite te ontwikkel. Hierdie program bied ook ondersteuning met die nasionale kwalifikasieraamwerke aan onderwys- en opleidingspraktiseers in die privaatsektor.

17. Nasionale Besigheids Inisiatief (NBI)

Die onderwyskwaliteitsverbeteringsvennootskap (EQUIP) is 'n raamwerk wat fokus op die verbetering van die kwaliteit van die leer en onderrig wat plaasvind in skole. Die program fokus op effektiewe bestuur van die skool, kwaliteitsbestuur, strategiese beplanning, kurrikulumbeplanning, die opleiding en professionele ontwikkeling van opvoeders hoofsaaklik in wetenskap en wiskunde.

18. Nasionale Taal Projek

Bemagtig opvoeders deur die fasilitering van gelyke toegang tot bronne soos onderwys, werksgeleenthede, gesondheidsorg, politieke en regsisteme. Beïnvloed taalbeleid besluitneming in onderwys, gesondheid en ander sektore.

19. Nuwe Afrika Teater Assosiasie

Bied eenjaarlikse geakkrediteerde kursusse in die vermaaklikheidskunste aan. Die kursusse sluit drama, musiek, beweging-, en kulturele studies, en lewensvaardighede in. Die kursusse klassifiseer onder die Nasionale Kwalifikasie Raamwerk, vlak 5.

20. Novalis Instituut

'n Kuns en kulturele hulbronnensentrum. Sluit in musiek en die geïntegreerde kunste gebaseer op die kurrikulum kunste onderwys.

21. ORT-STEP Instituut

Hierdie instituut bied kursusse vir onderwysers en leerders van die tegnologie-, wiskunde- en wetenskapleerareas aan. Bied 'n gevorderde onderwysertifikaat in tegnologie onderwys in samewerking met Rhodes Universiteit aan. Hierdie kursus strek vanaf beginners- tot en met gevorderde kursusse. Die duur van die kursus wissel van twee uur lange werkswinkels, wat weekliks op Woensdae plaasvind vir alle tegnologie onderwysers, tot een uur lange werkswinkels wat vir leerders by die MTN ScienCentre of by die skool aangebied word.

22. Praes

Hierdie is 'n navorsingseenheid, gevestig by die Universiteit van Kaapstad. Fokus op taalgebruik oor die hele kurrikulum en adviseer persone oor die taalbeleid.

23. Primêre Skool Wiskunde Projek

Die projek poog om die gehalte van primêre skool wiskunde onderrig te verbeter. Dit kan geskied deur middel van goed gefokusde indiensopleiding vir die wetenskap- en wiskunde-onderwysers.

24. PSP Wes-Kaapse Primêre Skoolwetenskap Program

Die program fokus op die aanbidding van kursusse oor die vier temas in natuurwetenskappe, insluitende die vereiste metodes wat gebruik kan word om die uitkomst te bereik. Ondersteuning en opleiding van onderwysers vind plaas in netwerkvergaderings. Tydens die sessies word verskillende tipe lesse vir die opvoeders gedemonstreer en ondersteuningsmateriaal van hoë kwaliteit word aan opvoeders voorsien.

25. Quaker Peace Centre

Opvoedkundige programme wat hoofsaaklik in skole in die Wes-Kaap gebruik word om vreedsaamheid te bevorder. Die fokus is op positiewe dissipline en die vorming van vennootskappe om 'n skoolomgewing te skep waarin 'n kultuur van leer en onderrig sal floreer.

26. READ Onderwystrust

Voorsien boeke en ander onderrighulpmiddels, opleiding, opvolgessies, monitor- en mentorprogramme. Sluit ook feesdae, leesmarathonne en prysuitdelingsgeleenthede in. Betrekkers, die beheerliggaam en die skoolhoof.

27. SAILI (Wetenskap en Industriële Leierskap Inisiatief)

Werk met histories benadeelde gemeenskappe in die Wes-Kaap. Die fokus is om onderwysers en leerders met vaardighede te bemagtig wat hulle in staat stel om wetenskap, wiskunde en tegnologie effektief te onderrig en te leer. Word ondersteun ook met ontwikkeling van taalvaardighede.

28. Skoolnet

Hierdie program bevorder die gebruik van rekenaartegnologie in die areas van internetverbinding, relevante tegnologie en inhoud, kurrikulumontwikkeling, menslike hulpbronne ontwikkeling en kapasiteit bou.

29. Skool Ontwikkelings-eenheid

Voorsien primêre en sekondêre intervensies vir leerders en opvoeders in alle leerareas.

30. SEED (Skool omgewing onderwysontwikkeling)

Hierdie program fokus op uitkomsgebaseerde onderwysopleidingsprogramme vir onderwysers van die grondslagfase van die Kaapse vlakte. Dit bied onderrigmateriaalontwikkelingswerkswinkels asook hoe om skoolgebaseerde projekte te fasiliteer, aan.

31. Suid- Afrikaanse Instituut van Rasseverhoudings (Wes-Kaap)

INSET Opvoeder Ontwikkeling. (Graad 8 –12) vir tale, wiskunde, wetenskap en biologie. Kort kursusse word aangebied wat onderwysers help om die veranderinge te implementeer na aanleiding van die beginsels van die nuwe kurrikulum, en wetenskapkennis bevorder.

32. Onderwyser Indiensopleidingsprojek

Bied kursusse aan wat fokus op leiereienskap-, bestuur-, sisteem- en organisatoriese ontwikkeling van die onderwysers.

33. Universiteit van Wes-Kaapland

Bied opvoedkundige grade en diplomas wat 'n persoon in staat stel om aaneenlopende professionele ontwikkeling te integreer met akademiese kwalifikasies, aan.

34. Die Masifunde Projek

Bied werkswinkels vir opvoeders aan wat fokus op leer en kognitiewe ontwikkeling deur verryking en dinamiese assessering.

35. Tikkun

Hierdie projek fokus op die bevordering van transformasie.